


627.06

INR

1908

v.2:2



Digitized by the Internet Archive
in 2016

627.06
INR
1908
v. 2:2

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION
OF
NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

I. Section : Inland Navigation
2. Question

STUDY

OF THE

economical and technical conditions of the working
arrangements and mechanical traction of boats on
rivers, canals, and lakes, and of the regulations
necessary for this purpose. Monopoly of traction.

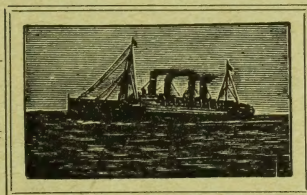
REPORT

BY

C. HAVESTADT

Regierungsbauführer

NAVIGARE



NECESSE

BRUSSELS

PRINTING OFFICE OF THE PUBLIC WORKS (CO, LTD.)

169, rue de Flandre, 169

PROCEEDINGS

OF A

Special Committee of the German-Austro-Hungarian Society of Inland Navigation

ON THE

TOWING MONOPOLY

AND

Mechanical Ship-Traction on Canals

PREFACE

The German-Austro-Hungarian Society for Inland Navigation, founded on 21st. September 1896, was instituted with the intention of encouraging the construction of waterways of practical utility between Germany and Austria-Hungary, especially those canal projects which aimed at connecting the Danube with the Oder, the Moldau, the Elbe and the Main (i. e. the Rhine), and further, by increasing the traffic on the waterways between the two Empires, to operate favourably upon their economic relations.

At its 7th. meeting in Stettin in June 1906, influenced by a speech of the retired State Councillor Baurat Teubert of Potsdam, on « The future Inland Shipping Traffic on the Principal Trunk Waterways of the Countries in the Union » (1), the Society decided to elect a special Committee to discuss certain pressing technical questions as to hydraulic construction, ship-building and matters concerning working and maintenance.

This special Committee devoted itself, in its sessions on 26th. and 27th. March 1907 in Breslau, and on 31st. May and 1st. June

(1) This lecture has been published as paper No. XXXVI (New Series) of the German-Austro-Hungarian Society for Inland Shipping.

in Lindau in Bavaria, to an exhaustive examination of the two following questions, which stand also on the Agenda of the XIth. International Shipping Congress : —

1. The question of the Towing Monopoly ;
2. The choice of suitable traction power on the new canals.

The members of the Committee — their number varied in the individual sessions between 13 and 15 — were representatives of hydraulic construction, navigation and commerce. The Governments of Prussia, Saxony, Austria and Hungary shewed their interest in the proceedings of the Committee by sending official representatives to the meetings (2).

THE PROCEEDINGS WITH REFERENCE TO THE TOWING MONOPOLY

The question of the introduction of the towing monopoly in all inland waterways (canals, canalised and free rivers) was discussed. Although in these debates various points of view were discussed, which touched on the special nature of the traffic and the politico-commercial character of the countries in the Union, yet, in general, the proceedings of the Committee on this question arouse an interest which goes beyond the boundaries of the Society.

1. The Towing Monopoly in General.

In the exchange of opinions on *towing monopoly in general*, the favourable results obtained by the introduction of the towing monopoly, in Belgium, on the Willebroeck Canal, and on the canal from Charleroi to Brussels, as well as on the canal from St. Quentin in France, were borne in mind, and it was pointed out that these canals entirely owed their considerable increase in traffic to the standardised towing arrangements, and further, that without the monopoly it would be impossible to conceive of their present great capabilities.

(1) A list of all participants in the proceedings of the Committee is attached to this report as appendix.

It was recognised in various quarters that the complete exploitation of the waterways, with proper regard for the locks, could only be attained by a *uniform organisation of the towing service*, which would provide at one and the same time for the security, the greatest despatch in traffic, and the protection of the traffic route.

The view that the traffic on waterways could be properly *regulated by police regulations* was, on the other hand, not generally shared. Persons entrusted with the administration of the waterways objected on the ground that the carrying out of a uniform service by police regulations could not be permanently possible — unless an inspector accompanied every single ship, — for, in order to attain regular despatch and to avoid the congestion of numbers of ships at the locks, it was necessary to prescribe a standard speed to the boatmen, which speed would preclude overtaking one another, and also to subject the boatman to certain restrictions with regard to the stoppages for rest.

A whole series of *economico-political objections* were brought forward in opposition to the advantages of a monopoly service in its technical bearing, which, however, were vigorously discounted by the other side. It was pointed out for instance, that the monopoly would put an end to free competition for the waterway traffic and this would necessarily re-act unfavourably on the shipping and must have as consequence an increase in freight charges costs on the waterways to the detriment of industry and commerce.

Strangely enough the President of a Chamber of Commerce in the Weser district replied to this approximately as follows :

The view that the introduction of the towing monopoly is detrimental to industry and trade, is by no means shared in these circles. On the contrary a great number of industries and trades take the opposite view, viz. : that by the introduction of the towing monopoly the *commercial* competition is increased and that the development of shipping generally presses for its introduction. The « free competition » cited by the opponents of the towing monopoly in fact consists of autocratic rule by the great shipping companies who often fixed prices in an unheard of arbitrary fashion.

The towing monopoly, he said, protects the competition of the individual shipowners ; it made possible for them the use

of the towing service at fixed fees, and made them independent of the great companies.

The speaker pointed out further, adducing examples from the Rhine and from the Weser, that at the present moment many of the shipping companies of certain river regions met, and created services akin to monopolies, rightly recognising that in this manner a better exploitation of the boat material at their disposal became possible.

What must be thought of these private monopolies the example of many syndicates will shew. Their object will be solely to raise the towing fees of, at least, to put in their own pockets advising Council for waterways (1) will be exerted so that the amalgamation. It would, however, never occur to the proprietors of these private monopolies to lower the towing fees for the benefit of their customers.

It would be different with a monopoly service controlled by the State. In this case the influence of Parliament and of the advisory Council for waterways (1) will be exerted so that the tendency to reduce the towing fees is maintained, and thus in their economical aspect the advantages expected from the monopoly by those interested in waterways are guaranteed.

The Director of a large shipping business on the East Prussian Waterways also recommended the formation of a monopoly service controlled by the State. He pointed out that the shippers of the East Prussian waterways could only shew very poor returns. The reason for this lay in the defects of the present service organisation, which caused delays at the locks and consequently an enormous loss of time and money. The attempts to overcome this by combination of the interested shipping authorities were fruitless. Here therefore a strong hand was necessary to create a service free from technical objection, and this hand could only be that of the State. The shippers would stand on a better economical footing if they were freed from the present most uneconomical form of towing service.

The representative of a Vienna Chamber of Commerce repudiated the idea that the State, as owner of the towing monopoly, would only think of decreasing the towing fees. It was pointed out by him that the towing monopoly, already sanctioned

(1) An arrangement instituted for the new Prussian Canals.

for the new Prussian canals, was only supported in Parliament by a large number of its adherents with the intention of securing to the State a new source of revenue. Although the speaker recognised in the fullest manner the technical advantages for traffic in a monopoly service, yet he saw therein the great danger that the State might misuse it for political traffic measures, especially as in Parliaments interests hostile to the inland shipping traffic were preponderant.

The same objections to the towing monopoly were raised from another quarter, and it was pointed out that in Prussia the shipping traffic was often damaged by the underselling by the State railway.

The retort to this was, that the explanation of the damage to shipping by the State railways in Prussia was to be found in the unsound circumstance, that one principal means of communication was entirely in possession of the State, while the other, was left open to free competition. If, however, the State had an interest in the shipping traffic by taking over the towing service, it would have an increased reason for furthering traffic on the waterways, and would not be inclined to make canals and shipping arrangements, created at its own expense, unprofitable by its own regulations. The State would also be able to tow at first on the new waterways under cost, in order to raise the initial traffic and so conduce to the general welfare.

It was also objected that the towing monopoly would be misused by the State in order to raise waterway tolls by the back door of towing dues, which tolls could not be got at through the front door.

It was recognised also by the adherents of the towing monopoly, that should the State adopt the procedure before mentioned, a towing monopoly might become a danger to trade and industry. However, it was simultaneously emphasised that in this respect more confidence might be had in the State : the State would not create expensive waterways with costly traffic arrangements thereon and then dwarf shipping in its development by unnecessary burdens, thereby making its own waterways unprofitable, but would, on the other hand, endeavour to increase the shipping the more it participated in the traffic on the waterways.

The monopolising of the towing service aroused apprehensions in other quarters, as it was feared that the monopoly

would be extended to the *freight business*. It was thought that the same thing would occur on the waterways as on the American railways, where at first, only the locomotives were furnished by the Administration, until later on, the latter had gathered in the whole service material. He, who has the power, has everything. The *nationalisation of the entire inland shipping* would, however, not be of advantage of trade and industry, for the changing conditions of inland shipping demand opportune, quick decisions of a commercial nature, which a State service is not capable of making.

The adherents of the towing monopoly, as far as their feeling towards this question could be ascertained, were by no means in sympathy with the State taking over the entire shipping service, as it was thought to be an absurdity that all people taking part in transport service should be State officials. It was, however, pointed out that the Prussian State had already definitely refused to take up this attitude. In Government circles the difficulties of the shipping service were thoroughly well recognised.

With regard to the question as to how the monopoly service would affect *freight charges*, one speaker laid down the principle that it would be sufficient if the monopoly worked as quickly and as cheaply as the free service.

To this it was replied that the monopoly service only justified its existence by being quicker and cheaper. It was, of course, recognised by the friends of the monopoly that the towing charges would perhaps be somewhat heavier than those of the competitive service, but, on the other hand, the total freight charges must become smaller by reason of the regularity and certainty of the monopoly service. The reason for the increase in the towing charges was to be found in the obligation of the holder of the monopoly always to cope with the traffic, therefore compelling him always to hold enough service material at disposal to supply the necessary towing power.

The other side, however, did not admit the necessity of increasing the towing charges in the monopoly service, for the monopoly service would have command of more economical material than the free service, for instance, electric haulage.

It was observed by the Austrian party that on the State railways the principle of coping with every traffic was not followed. Therefore it would also be better for the State on the water-

ways to let some ships wait in times of great congestion than the create a superfluous quantity of material.

The point was also mentioned as to whether the towing monopoly should be entirely instituted by the State or whether it should be sublet to private persons.

To the contention that the State was the most suitable authority to carry on such an important business, the answer was made, that while deputing it to private people the State supervision would still remain, and thus it would be possible to avoid having the executive and inspecting authorities united in one person. Beside that, the State would then have a greater inclination to cheapen the towing fees than in the reverse case.

The result of this conference on the towing monopoly was that from the traffic *technical point of view* a standardised regulated towing service (monopoly service) was generally considered desirable on waterways on which the traffic is heavy (1).

The objections to the monopoly service from a *politico-commercial* point of view were only recognised by a part of the conference. The conference is, however, agreed that the monopoly must not be used by the State for purposes of tariff politics or as a source of revenue, and that it must not lead to a nationalisation of the entire inland shipping.

The *magnitude of the towing expenses* in the monopoly service cannot be generally determined, but the contention was not opposed that the total freight charges would be moderated by the monopoly service.

2. The Towing Monopoly on Canals.

In view of the above remarks the resolution carried with regard to the organisation of the towing service on canals requires no further explanations.

This resolution is as follows : —

a/ The question whether the towing monopoly legally sanctioned in Prussia for the future Rhine-Hanover canal shall be applied to the canals to be built from the Danube to the Oder, to the Elbe and to the Rhine, does not allow of any

(1) As to the position of self-propelled ships in the monopoly service.

general satisfactory answer. It must however be accepted as decided that with the increase of traffic the necessity arises of so organising the technical service that the greatest efficiency is attained. A uniform regulated towing-organisation is here before all things of service. This uniform management can either be in the hands of the canal owner or in those of a director appointed or recognised by him.

b/ With reference to the quickly changing economical conditions and the economico-political points of view, the question must be answered according to the effect of such a service in economical and financial relation to the individual, to the State, and to the general public interest in each individual case. The exclusive right to carry on the towing service may not shew any higher profit than is necessary to pay the interest and to provide a sinking fund for the capital outlay necessary for this purpose.

The first part of this resolution was unanimously accepted, while two members voted against the second part not on professional grounds but for formal reasons.

In this resolution as in the following ones the word « monopoly » is avoided. It was remarked by several Austrian members of the Committee that in the word « monopoly » the idea of State revenue was contained. The word seemed to say the holder got the greatest profit from it and thus « monopoly » got indirectly the sense of a tax. Although this definition of the word « monopoly » did not receive general adherence, yet it was determined in order to prevent misunderstandings to avoid the word in the resolutions.

Further, the organised regulation of the traffic was given not to « the State » but to « the canal owner », who, of course, is almost without exception identical with the State ; this was done from the point of view that there was a certain guarantee in the circumstance that the canal owner, if he carried on the service, would take care not to let it deteriorate.

3. The Towing Monopoly on Canalised Rivers.

The technical advantages to traffic of a monopoly service were not recognised to the same extent for canalised rivers as they were for canals. As far as the exploitation of locks

goes, the advantages of a towing monopoly for including traffic could also be claimed for canalised rivers. In this connection it was especially emphasised that the fixed regulation against « passing » was very desirable, especially for narrow and tortuous waterways.

On the other hand a warning was uttered against the introduction of the monopoly service on canalised rivers in which it was necessary at times to lay the weirs on account of floods, without necessarily putting a stop to the traffic.

A member of the Committee well acquainted with the shipping conditions of the Moldau gave the following description of the great technical difficulties with which, in this case, shipping has to struggle. During high waters the weirs of the Moldau were laid. The shipping could then no longer use the locks but was obliged to find its way through a ship pass of the weirs. While under ordinary circumstances small screw tugs could control the traffic, much larger paddle tugs had then to be used, on account of the strong current prevailing. Even these latter were only able to convey two or three ships, and in the ship passes, 20 metres wide, they could only tow every ship singly.

It also happened that the raising of the weirs in spring was delayed on account of high water being still expected. In this case all shipping came to a standstill on account of the low water-level, i. e. on account of the depth over the weir sills.

Under such changing conditions, a uniform regular service would be unrealisable. Further, with such a shipping service only a company could cope, which carried on shipping on a free river and which therefore had temporarily command of the necessary large paddle tugs.

On the other hand, the remarks of the Director of the Oder River District (who took part in the proceedings as the representative of the Prussian Government) shewed how advantageous under certain circumstances the establishment of a uniform regulated service can be, even on a canalised river.

On the upper canalised Oder the number of locks is 16. These will shortly be increased to 24. The towing trains using this waterway consist of as many as 12 ships. Their locking, therefore, demands a considerable time. In a press of traffic extraordinary delays occur at the locks so that the ships take

10 days over many reaches which they otherwise could cover in 3.

Besides that the upper Oder offers considerable difficulties to the down-stream shipping, which often leads to a blocking of the traffic for days, by a boat getting broadside on to the stream.

Some remedy for the present existing evils was therefore urgently desired by all interested parties and experiments has already been made in this respect.

In each of the six upper reaches three tugs had been placed which had undertaken to deal with the entire traffic a stage service. As this trial only lasted eight days, the experiment could hardly give a definite result, and it was proposed therefore to carry it out shortly on a greater scale.

The arrangement tried, however, would most certainly give the following advantages : —

Firstly during up-stream and down-stream journeys large collections of ships at the locks were avoided as much as possible, the more so that the locking of about 1,800 tugs would be obviated. Then, on a river like the upper Oder, which is dangerous on the down stream journey, the casualties were much lighter.

Basing their decision on these experiments which were complemented and confirmed from other quarters, the conference came to the conclusion that a general proposal as to the regulation of the traffic on canalised rivers could not be made, on account of the great variety in the conditions of the individual river districts, nay, even in the individual reaches of the rivers.

The following resolution was therefore unanimously agreed to : —

No general regulation can be drawn up with regard to the organisation of the towing on canalised river stretches, particularly in view of the great difference of traffic conditions and river conditions. A centrally managed towing service will, however, be necessary on canalised river reaches with an increasing traffic in order to attain the greatest traffic efficiency.

4. The Towing Monopoly on Free Rivers.

A central organisation of the towing service, excluding other services, appears therefore impracticable on free rivers, because this organisation according to the opinion of the Austrian member is opposed to the resolutions of the Vienna Congress and the agreements of the Rhine and Elbe Treaties, etc. In these resolutions the freedom of shipping upon free rivers is firmly laid down, and it is stated that every river from its navigable limit to its mouth should be absolutely free.

On the other hand, however, an interference by the State was considered desirable in view of the example offered by the existing organisation of the ship owners of the Rhine, under which an individual shipper had at times to suffer heavily.

Here an existing example was quoted from the Danube, where the Government supports the Hungarian River Shipping Company, which again has to carry out the towing service at fixed charges for the small boatowner.

That State action in favour of the small boatowner is absolutely necessary, was again combatted from other quarters in respect of the existing organisation on the Elbe, which possesses its own fleets of tugs and undertakes freight on its own account.

For the large rivers, like the Rhine and the Elbe, it could not be a question of the standardised organised towing service increasing the traffic. On the other hand, a member of the Committee very intimately acquainted with the relative conditions, reports that the question of an organisation affecting the traffic of many million tons on the Havel, connecting Berlin with the Elbe, cannot be permanently avoided. It must therefore be *kept in view that by organisation greater efficiency can be attained on free rivers also.*

The effect of these different opinions was that no definite decision was given an unconditional maintenance of the existing free service in the resolution as to the organisation of the towing service.

The resolution itself, which was unanimously carried, is as follows : —

The maintenance of the existing competitive towing service on free rivers, without prejudice to chain or rope

haulage, is guaranteed by international treaties. Nevertheless the shipping service can be technically facilitated and improved by means of an organisation of the towing service suitable to the conditions of the river.

PROCEEDINGS ON TRACTION POWER ON THE NEW CANALS

1. Preliminary Remarks.

The premises for the proceedings as to the *traction power on the new canals* were formed by the resolutions of the Committee on the dimensions of canals and canal boats, which the Committee had carried in an earlier session.

It was then thought necessary to so arrange all trunk waterways of the countries in the union, as to allow unhindered passage to boats 8 metres wide and 65 metres long — measured without rudder — and 3.80 m. height above the water, whose capacity, with a draught of 1.75 m., would amount to about 600 tons.

As regards the section of the canal, the conclusion had been come to by the light of the most recent model trials at Uebigau and Berlin, that bearing in mind the resistance of the boat, through-shaped sections with sides as steep as possible were to be preferred. The Committee was therefore of the opinion that taking the speed of an individual boat as 5 kilometres per hour and with a relation of 1 : 4.5 between the submerged boat section and the section of the canal occupied by the water, a depth of at least 3 metres must be given to the through-shaped section at its centre.

2. The reports.

Two reports were considered, viz., that of Privy Councillor Professor Engels of Dresden and the State Architect Kuhn of Vienna. Let us next consider extracts from these reports.

*Report of the Privy Councillor Professor
Engels of Dresden.*

The reporter premised that the vessels must fulfil the following conditions :

1. Greatest load capacity with smallest boat weight and as far as possible with a small individual resistance, i. e. of iron construction instead of wood ; and in order to further this advance in the construction of the boats, the calculation of the towing fees should not be made according to the size or load capacity, but according to the measured towing resistance of the boats to be transported ;

2. As great dirigibility as possible, in other words mechanical steering to take the place of hand steering.

It was further presupposed that a velocity of 5 kilometres per hour would be allowed, and that all *towed* boats would have to travel at the same speed, « passing » being therefore excluded.

Only two sorts of power would be considered on the new canals : —

1. Towing from the bank (by towline) ;
2. Towing on the water (by tugs).

Which of the two should be preferred would depend upon the following conditions : —

1. The canal section must not be damaged ;
2. The towing resistance is to be as small as possible ;
3. The train must be as well arranged as possible.

As explanation of these three conditions the reporter gave the following details : —

Referring to 1. — The damage to the bank depends in the first place on the speed and less on the fact whether the boat is propelled from the bank or from the water, or whether it proceeds by its own power. The action of the propeller has no special damaging effects upon the embankment, but only attacks the bottom of the canal ; as long as the velocity of the whirlpool water affecting the bottom does not exceed the velocity of the backwash it is not material to the maintenance of the canal profile whether towing or tug service is instituted.

According to M. Thiele's report to the VIIIth. International

Shipping Congress in Paris 1900, « *Effects of Shipping Service on the Sole and banks of the Dortmund-Ems Canal* » it is to be concluded, calculated by applying the conditions of the supposed normal canal; that given equal soil conditions with the trial stretch of the Dortmund-Ems Canal (pure fine diluvial sand with grains under 0.043 m.) this condition would apply.

a) For a steam boat propelled by its own power, at a top speed of 6.3 kilometres per hour ;

b) For a train consisting of a freight boat and a tug at a top speed of 6 kilometres per hour.

If two boats are towed, the speed of the water churned up by the screw is always greater than the backwash. According to the Thiele observations in this case with similar hypotheses no damage to the bottom is to be feared if the speed does not exceed 5 kilometres per hour. Since this speed corresponds to the speed originally laid down, the reporter concludes : —

The stipulation that the bank and bottom of the canal must not be damaged, has no influence on the choice of the traction. He further concludes from the aforesaid that in canal reaches in bank and with permeable bottoms which are made watertight by clay or loam, it is preferable in both sorts of traction to tow only one ship at a speed of 5 kilometres per hour.

To No. 2. — According to the trials made on the Dortmund-Ems and Teltow Canals, it has been shown that the towing resistance at rates under 5 kilometres per hour is somewhat greater for haulage than for towing in consequence of oblique pull, while for speeds over 5 kilometres per hour, the resistance is considerably less. It was found with the prescribed speed of 5 kilometres per hour that the condition that the towing resistance should be as small as possible, was not decisive in the choice of the two methods of traction.

To No. 3. — In order to arrive at an economic basis of comparison between the two sorts of traction, the freight costs on the various reaches have to be considered, i. e. the total outlay, which would include the towing costs as well as the boat costs (interest, maintenance, etc., of the boat towed).

With regard to the calculation of the costs on the various reaches, the reporter referred to the recent work of Dr. Ing. Max Schinkel « *Electric boat traction* ». According to Dr.

Schinkel's experiments he deduces that for a normal speed of 5 kilometres per hour : —

In proving the condition laid down that the boat train must be as economical as possible, it is to be remembered that : —

a) The monopoly towing service is always dearer than the free service ;

b) The electric haulage with an annual traffic of over 2 million tons is cheaper than a monopoly towing service, and with a traffic of over 3.8 million tons will be cheaper than the free towing service.

The reporter added that for the calculation of these traffic statistics the assumed costs of the towing service applied to transport distances of 300 km., while those for the electric haulage, on the other hand, held good for shorter distances (1).

From the above facts the reporter came to the conclusion that : —

Upon canals with a fairly heavy traffic electric haulage is economically superior to the towing service.

Of course a standardised regulated service is necessary for electric haulage. Only thus would it be possible to avoid undue massing of the boats and to form fixed tariff prices. The whole transport on the canals would thereby gain a hitherto unknown reliability and regularity, and it would therefore be possible to reckon out beforehand, with certainty, both dates of delivery and expenses. Besides this the delivery dates would be shortened and the time of demurrage reduced.

The introduction of electrical boat trains has also a great public economical value for all the lands abutting on the canal which could be cheaply provided with electric power and light.

However, the use of the canals by boats under their own power is not to be excluded by the standardised service organisation in so far as these latter travel at least at the normal speed of 5 kilometres per hour. As, now, in the normal conditions already described, a velocity, up to 6.5 kilometres

(1) It should be mentioned that Schinkel's calculations presupposes a canal without locks. In a lock canal the relation between the monopoly service and the free service would be more favourable and in a canal with short reaches still more so.

(The Reporter.)

per hour, for boats under their own power would be harmless to the canal, these boats should be allowed to pass the towing trains. An express service would thus be established concurrently with the heavy goods service.

The reporter then entered upon questions of a technical nature as to the methods of traction. These comparisons were limited to the independent tugs and the various systems of electric haulage.

With regard to the first, the reporter observed that the tug-service would be doubtless the more advantageous, that the free movement of boats would not be obstructed, and that the shore in its whole length would remain open for the development of the loading business. On the other hand the efficiency of the propeller would be extremely small (perhaps 20 to 30 % at the most), on account of the low speed which tugs could attain on the limited waterway of the canal. This efficiency would rise however with increased speed, but would decrease with the size of the load towed.

In comparing the different kinds of electric haulage, the reporter came to the conclusion that the rail-less system, as well as the grab system, which the crew have to attend to, must be regarded as obsolete. Further the older systems, such as Gerard-Denèfle, Feldmann-Rudolph, and Veering and Wood have only a historical value. Only the two-rail system (Siemens Schuckert), Teltow Canal, and the monorail with artificial adhesion system of Gerard-Clarke can compete in practice to-day. On comparing the two sorts of haulage the conclusion was arrived at that in regard to efficiency, and to the cost of maintenance no determining difference could be found. The difference in the locomotive cost can not influence the choice.

Perhaps the one rail system in the initial outlay might be cheaper by the disappearance of the towing-path if, for instance, in deep canal cuttings the construction of the latter is not necessitated by the canal section. It would appear further to be peculiarly applicable to reaches with limited section where there is no room for two rails. It might also be a question of applying this system where loading arrangements on the bank would cause difficulty in constructing the two rail system on a towing path.

On the other hand it must be noted in favour of the two-rail system employed on the Teltow canal, that there, a cross traffic would be possible in any case ; with the Gerard-Clarke system, however, this would be only possible if the rail could be carried high enough. Doubtless this would be technically possible, but what the economic result would be is a question not yet decided by practice.

The total result of his expositions is summarised by the reporter as follows : —

1. The question regarding the most suitable traction power on the new canals is to be answered as follows : in canals with heavy traffic, electric haulage regulated from a central station is to be recommended for traction. The traffic of independent steam boats may also be allowed but their minimum speed must equal the normal speed of the hauled trains and their greatest speed is to be determined by the authorities in each individual case ;

2. As towing systems to-day, only the two-rail system of Siemens-Schuckert and the mono-rail system Gerard-Clarke can be considered. The former having been applied in Germany to the Teltow Canal, it is desirable in order to obtain a safe comparison of the two systems that a similar canal reach should be fitted with the one-rail system and used.

The report of the State Architect Kuhn of Vienna.

The reporter said in commencing his observations that they were intended to apply to the future trunk canal in the countries of the Union, upon which canals an annual traffic of several million tons was to be expected, which traffic would be mostly dealt with by towed boats of generally large capacity (600 tons and more) and only in the minority of cases would it be handled by boats under their own power.

He said that the conclusions on the subject under discussion must start from the point of the influence of the towing powers upon the cost of transport.

The transport costs, which are bound up with the ton-kilometre movement, are composed of expenses for the taking of the vessel (boat charges) for its means of traction and the canal

capital outlay (towing costs) and finally the canal equipment (supplementary costs).

The latter applies to harbour and crane dues, loading and unloading expenses, shipping dues, etc., and would therefore not have much importance for the question on traction and can for this reason be ignored.

The boat costs, calculated on the ton-kilometre duty of the tug, rise or fall with the increase or decrease of the duration of a transport. This duration is composed of the travelling and delay of the boat. The former depends upon the velocity and therefore upon the towing power. The influence of a change of travelling velocity upon the boat costs would be infinitely greater, the smaller the waiting time was.

An increase of the velocity would demand an increase of the traction power and consequently would entrance the towing costs. Experiments had proved that the towing power grows in an increasing ratio to the speed. An increase of velocity was only practical so long as the sum of the diminished boat costs (by reason of the greater speed) and the increased towing costs from the same cause, would still together produce cheaper transport cost. It means the considerably greater towing costs on waterways for large boats than on those for small boats do not in themselves signify higher transport costs.

In order to limit the towing costs as much as possible, emphasis should be laid, in the choice of a suitable towing plant intended to produce great power, upon the proper use of the material of construction, upon the best possible efficiency of the energy to be employed and on the cheapest production of the latter.

An increased use of the service material would have reducing effect upon the towing costs as on the boat costs and vice versa.

The foregoing considerations resulted in the endeavour to replace the cheaper animal traction by the dearer mechanical traction on canals carrying boats of greater capacity.

At the present time the towing service with tugs is the most developed of the various kinds of mechanical traction on canals. This could be called the best towing power when the traffic only amounted to from 1 to 2 million tons.

On the new main canals, however, directly after their inauguration, a considerably greater traffic must be confronted.

Thus the initial traffic upon the stretch Gelsenkirchen-Hanover of the present Rhine-Hanover Canal is estimated in round figures at 3.3 million tons.

The experience resulting from the tug towing service allowed it to be fore seen that this sort of power would be injurious to the canal service if the intensity of the traffic, i. e. the frequency of ships passing in the canal sidings and the number of lockings should be materially increased because, for reasons of working, safety, every crossing of two trains towed by tugs demanded a considerable reduction in the speed, while with increased lockings the quick change of the towing train into the locking train and vice versa would meet with many difficulties. Besides that, the danger should not be underestimated that with the increase of the tug traffic the expenses for the maintenance of the canal bed would increase.

The reporter stated that of many proposals for other sorts of power the electric locomotive haulage alone appeared to be the only one which could come into serious consideration as against the proved tug service.

Referring to the exhaustive trials on the Teltow canal he designated as advantages of electric haulage the following points : —

1. Reduction of the boat costs in consequence of obtaining a regular high speed of boats, which rested upon the steering capabilities of the towed boats not being prejudiced by the locomotive traction, and that in crossing no such reduction of speed would be necessary as in the tug service, and finally that the duration of the passing the reach train and the locking train would be shortened ;

2. The decrease of the towing costs with increasing traffic on account of the better employment of the establishment plant of the towing power, the cost of which latter remain nearly the same whatever the traffic ;

3. The decrease in the maintenance cost of the canal in consequence of the disappearance of the erosion and washing effect of the propellers or paddle-wheels.

On the other hand as a disadvantage of electrical haulage the high cost of towing when the traffic is small must be pointed out, for when a traffic of proportionate volume does not follow this towing arrangement, the tug service will work cheaper.

All other disadvantages suggested in other quarters were considered by the reporter as negligible or avoidable by proper arrangements. In this respect he observed : —

1. The aggravation of the difficulty of loading and unloading in the canal harbours formed in the section widenings of the canal : —

This disadvantage in most cases could be overcome by cranes of special construction allowing locomotives at work to pass and could be sufficiently met by fixing proportionately reduced crane dues.

In rare cases the elevating of the haulage track on tressels might be necessary as has already been done for other reasons on the Teltow Canal ;

2. The necessity of substituting locomotive haulage by the tug service in all basin harbours.

This disadvantage is without importance as the forming up and arranging in basin harbours in every case would have to be carried out by special tugs. In connection with electric haulage electric accumulator boats might be suitable for this purpose.

From the foregoing the reporter concluded, *that the towing power by electric locomotives of well-tried systems instead of by tugs can in general only be advantageous to the canal service* if the following conditions are fulfilled.

1. The whole towing service is to be handed over to the electric towing installation ;

2. The bulk of the transport in the boats towed must attain that amount demanded by the haulage installation in order to make the towing costs less than they would be with the tug service.

In order to explain this last condition the reporter then discussed the volume of traffic necessary for electric haulage. His figures coincided with those given in the first report.

The reporter further stated that the volume of traffic necessary for the electric haulage according to the Teltow canal system would be reached in a few years after the inauguration on all trunk canals of the countries in the Union. For that reason a temporary introduction of the tug service until the traffic had risen sufficiently need not be considered.

With regard to the choice between the different kinds of electric haulage, the reporter, in agreement with the first reporters, was of opinion that only the Siemens-Schuckert and Gerard-Clarke systems could be taken into consideration, and that measures of the canal building governments were desirable which would make it possible to decide the choice of the system before the inauguration of the new canals.

The result of his examination of the question of towing power on the new canals was summarised by the reporter as follows : —

« Based on the experiences of the Teltow Canal the power to be introduced on the new canals will be haulage by electric locomotives.

» The customary broadening of the towing-paths will be sufficient for the installation of that system of towing power in the future. »

3. The Proceedings of the Committee.

A. Suitable towing power for canals

The two reports received a valuable supplement with regard to the towing costs on the introducing of electric haulage in the communication of a member of the committee who was in charge of the preliminary work in this connection for the Rhine-Hanover Canal : —

The probable towing costs had been calculated on the basis of a very thorough project of the Siemens-Schuckert Firm in collaboration with the Prussian Government.

The construction and working costs including interest, redemption of capital renovation and maintenance were exactly ascertained and the staff question was especially thoroughly considered. Although these calculations were not substantiated by figures from practice, yet they may be considered to have claims to exactitude and reliability. It is especially to be noted that the capital cost showed the amount for which Siemens-Schuckert were ready to undertake the work.

The speaker stated in detail that calculations had been made

with a so-called initial traffic and with a developed traffic, and that in so doing the following reaches had been differentiated :

Rhine-Herne	39 kilometres
Herne-Bevergern.	102 »
Bevergern-Hanover.	165 »

The speaker stated that the towing costs for the single reaches based upon various volumes of traffic, and as an example, as to how these service costs were individually summarised, gave the following tables of results :—

Towing costs for 1 ton-kilometre : —

A. Initial traffic : —

	Tons	Marks
Stretch Rhine-Herne per annum . .	4,000,000	0.30
Stretch Herne-Bevergern per annum. .	4,000,000	0.24
Stretch Bevergern-Hanover per annum	3,000,000	0.28

For the whole stretch, Rhine-Hanover 0.27

B. Developed traffic :

	Tons	Marks
Stretch Rhine-Herne per annum . .	10,000,000	0.19
Stretch Herne-Bevergern per annum	10,000,000	0.15
Stretch Bevergern-Hanover per annum	6,000,000	0.20

For the whole stretch, Rhine-Hanover 0.18

Detailed figures per annum for the calculation of the towing costs on the stretch Rhine-Herne : —

	4,000,000 tons Marks	10,000,000 tons Marks
Interest 3 1/2 % and Redemption of		
Capital	123,200	149,100
Repairs and Maintenance	175,000	219,000
Salaries and Wages	126,000	239,400
Materials	7,150	17,875
Power (Electric)	20,410	51,025
Miscellaneous	23,240	46,600
Total.	475,000	720,000

The speaker then, alluding to the instance of the Rhine-Herne reach, remarked on the influence which the increase in traffic had upon the items of the towing costs.

The amounts for interest and redemption would not differ much with developed traffic from those for the initial traffic. The reason for this was that the permanent way costs remained the same and the increase of traffic only required an increase in number of locomotives and in a lesser degree a development of transmission works.

Repairs and maintenance charges shewed similarly only a slight difference. On the other hand, with developed traffic, salaries increased from 126,000 marks to 239,400 marks, being therefore one-third of the total expenses. The charges for power played quite a subordinate part for both volumes of traffic and amounted in the developed traffic only to 6-7 % of the total service costs.

Both reporters, apart from the question of self-propelled boats, concluded their remarks with an unconditional recommendation of electric haulage for canals with heavy traffic. On the other hand a representative of the Hungarian State Railway and Navigation Boards pointed, as an example of organised towing service, to an already existing arrangement on the Franzen canal in Hungary.

The canal was an old construction opened in 1802. Its bottom breadth was 11.4 m., its depth 2.2 m. The boats using the canal were up to 60 metres in length, 8 metres in breadth and had a draught of 1.9 to 2 metres.

The tugs employed in the towing service were screw steamers, as generally used on the Danube, and were at first experimentally used in the canal service. Their draught was from 1.5 to 1.6 m. so that there was about 0.6 m. free between tug and canal bottom. The trains consisted of 3 to 4 boats. Having regard to the size of the trains the speed did not exceed 5 kilometres per hour. The towing service was carried on without disturbance and, as experience shewed, caused no damage to the walls of the canal.

The first reporter also stated that in the normal conditions which he presupposed in the towing service with tugs a speed of 5 kilometres per hour was possible without danger of the canal section.

This view was opposed from various quarters. It was point-

ed out that with a tug there were two effects which had to be differentiated both of which attacked the canal banks, i. e. one being the bow-wave of the tug and the other the influence of the back-wash from the propeller which primarily affected the bottom.

With regard to the effect of the bow-wave the trials on the Teltow canal had shewed that, when towed from land the ordinary boats which were more or less square built, produced scarcely any bow-wave at velocities up to 7 kilometres per hour.

However if a tug were employed the bow-wave was always present. At a speed of 5 kilometres it was of considerable size and grew with increasing speed.

The bow-wave of tugs was a consequence of the good lines, as in order to cause a minimum of resistance they the water was displaced gradually and therefore was accelerated and then retarded so that a wave resulted. With towed boats, however, with more or less full lines with, the water was not so to speak displaced, but pushed in front. A real wave therefore did not result but whirl-pools which do not reach to the banks.

The destructive influence of the water churned up by the screw was, in the opinion of the first reporter, sufficiently guarded against by a trough-shaped formation of the canal profile, having a depth in the middle of 3 metres.

On the other hand it was to be remembered that it is extremely difficult to construct effective boat propellers for the relatively low velocities in canals. Poor efficiency is, however, synonymous with increased loss, i. e. with boat-propellers creating whirl-pools and eddies attacking the bottom.

It was also pointed out that a far greater danger of damage to the banks and the bottom due to the tugs existed while passing, turning and banks lying to, and starting.

Although the technical and economical superiority of electric haulage as opposed to the tug service was almost unanimously recognised by the Committee, it nevertheless refrained in its resolution to recommend the former without limitations.

The representative of the Prussian Ministry for Public Works considered it was going too far to lay down that towing should be done from the bank. He pointed out here that on the Rhine-Hanover canal a standardised organisation of boat towing from

the shore had by no means been determined on. For the Reach Rhine-Herne the introduction of electric haulage was faced by serious objections.

With traction from the banks, the traffic parallel to and perpendicular to the waterway axis must be synchronized, and upon the canal reach Rhine-Herne this latter traffic might become so considerable as to impede the former. If it were proposed to give up the tow path to the traffic perpendicular to the bank and to institute a towing service independent of this traffic, the natural consequence would be that the traction system would have to be elevated. The elevation of this system, however, might produce most unpleasant results, for instance when it had to be carried over a coal-shoot or corn-elevator. Then the components forces, perpendicular to the traction pull, might attain a value which would make the haulage impossible.

On the Rhine-Herne canal these considerations might lead to the conclusion that, in view of the opposite requirements of the traffic, longitudinal and perpendicular to the canal axis, the towing service from the water might be regarded as the more suitable.

Besides this, towing from the water properly arranged is not at all expensive. The fact can likewise not be ignored that electricity could also be employed for towing on the water in the same way as on the tramways.

It was also admitted by other speakers that the tug service could not be excluded from the new canals on principle, but should be as far as possible allowed to drop having regard to the regulation of the service and the preservation of the canal section ; the more so as electric haulage from the towing path is most economical, especially with a heavy traffic.

It was observed here, that even on the Teltow canal electric haulage had not been instituted throughout, but, that for purely agricultural reasons, a tug service had been arranged on two reaches. As in this case, the possible introduction of a tug service on the canal reach Rhine-Herne must be considered as an exception which, in view of the expected international trunk traffic, would not prevent electric haulage from the bank being designated as the most suitable form of power on the new canals.

Further, the opinion of the representative of the Prussian Government, that with the haulage system the traffic perpendicular to the waterway could under certain circumstances only be dealt with by elevating the traction power, was contradicted, and the Teltow canal was referred to upon which a developed loading and unloading business over the whole length had to be reckoned with.

The constructor of this canal gave the following information as to the arrangements made for handling goods and regulating the ownership rights of industrial establishments along the banks of the canal.

For the industrial establishments and for the construction of its quays with sidings there were two possibilities. Either the canal profile had to be broadened by the breadth of a ship or side harbours had to be built ; in the latter case the towing path had to be carried over the entry to the harbour. This has been done on the Teltow canal at some of the public harbours as well as of the private ones. Although the longitudinal profile of the haulage way in a certain sense suffers by the rise of the bridge ramps nevertheless the tractive pull is improved by the elevation of the towing-path. The loading and unloading as well as the ownership relations were regulated here in precisely the same manner as in similar works on canals without electric haulage.

The other possible way of creating quays with sidings would be the broadening of the canal. The cost of the latter would be borne by the adjacent owners. However, the widened canal profile to which the diverted towing path belongs, is taken over by the canal authorities. On the Teltow canal the embankment rising behind the towing path belongs partly to the adjacent owners and partly to the canal authorities to whom this possession is merely a burden.

The carrying over of the towing rope over the boat lying at the bank offers no difficulties with a towing-mast arrangement on the locomotive. The loading and unloading business would likewise suffer not the slightest inconvenience by the electric haulage, whether it be carried out by hand or by cranes. On the Teltow canal types of cranes for the various elevations of the bank have been constructed and no difficulties have anywhere been met with.

The harbour and crane constructions on the Teltow canal

prove completely in the best possible manner, that electric haulage does not in the least interfere with the loading and unloading operations to the detriment of the development of the industry on the canal.

B. The Haulage Systems.

In the further course of the proceedings the committee dealt with the haulage systems. The committee was of the same opinion as the reporters, that the system Siemens-Schuckert employed on the Teltow Canal and the Gerard-Clarke System were the only ones which could be considered.

An objective comparison between these two systems did not appear possible to the committee, as, up to the present, experience with the Gerard-Clarke system was wanting. For this reason it was considered desirable that a trial reach should be fitted with this system. The committee agreed, however, to leave out the system question in formulating their resolution, as if the permanent towing path were abandoned and an elevated haulage way adopted, much would be left to be invented.

It may be remarked among the various expressions of opinion as to the two systems, that all speakers concurred that the fitting of a windlass gear, which the system Gerard-Clarke did not possess, was an unconditional necessity for every system of electric haulage. The want also of a rope lifting arrangement in the system Gerard-Clarke was designated as a disadvantage, as the elevation of the haulage way thus necessitated at all loading and unloading places and « lying-up » places would mean considerable increase in the cost of construction.

It was mentioned as one of the advantages of the Siemens-Schuckert system that its two-rail system could be used in winter if the canal were frozen over as a means of transport for bank repair materials. It might even be used in a limited degree for the transport of freight. This may be of considerable importance for a canal adjoining river which under certain circumstances remains longer open in frosty weather than the canal itself.

c. *The question allowing self propelled boats to navigate after the introduction of traction power from the banks.*

At the meetings of the committee the question of self-propelled boats, i. e. of freight boats travelling under their own power, had been repeatedly raised, and it was pointed out what importance the development of these craft upon the Rhine and upon the waterways of the Mark (i. e. the waterways in the neighbourhood of Berlin) had attained. From many quarters a demand was made that the future development and regulation of traffic on the waterways should not interfere with the free development of a self-propelled boat.

The two reporters had, it is true, in their reports designated electric haulage from the bank as the best service on the future new canals; they were, however, at the same time of opinion that concurrently the traffic of self-propelled boats should be allowed. For these reasons the meeting debated the question *whether and in what degree it would be possible on the introduction of the towing system from the bank to allow at the same time boats to navigate which were entirely self-propelled.*

In these discussions the statement of the first reporter met with opposition that without danger to the bottom and embankments a speed of 6.3 kilometres per hour could be allowed to self-propelled boats.

It was however recognised that with self-propelled boats (in contradistinction to tugs) which like the towed boats were square built, no injurious bow-wave would be produced at this speed. However, generally speaking, the traffic of self-propelled boats was not held to be more favourable than the tug service. The admission of a greater speed for self-propelled boats than for the haulage trains and the passing entailed thereby appeared especially impossible because the danger would thereby arise that three ships might come together in a two boat canal section.

These observations led to the conviction that, in case the self-propelled boats should be allowed on canals, they should be subjected to a severe control by the authorities as to their speed and to the arrangement of their propellers. It was even suggested in one quarter to compel self-propelled boats to carry

pilots as this would be the only means of securing the maintenance of the prescribed speed.

The view of one member of the committee intimately connected with the Elbe shipping was not shared. He regarded the self-propelled craft as the vessel of the future and saw in it a considerable improvement for inland navigation as opposed to the slow and heavy towing train.

The director of a shipyard there upon replied that the self-propelled craft could not maintain their position against the extraordinary advantages of electric haulage from the bank, as in consequence of the machinery arrangements, especially if such were sufficient for voyages on open rivers, a disproportionately large dead weight had to be propelled at a loss.

These remarks were supplemented from another quarter where it was observed that for self-propelled boats an economically working motor must first be found. Only engine arrangements of the simplest construction were here applicable and therefore motors similar to the motor car engines requiring careful attention were excluded.

The circumstance that the shippers would require for each cubic metre of hold at least twice as much capital as if they took the towing power from the State further told against the introduction of self-propelled boats. In the latter case every technical risk would be avoided. The above mentioned views, as well as the circumstance that the engine room staff would be compulsorily inactive during the loading and unloading periods would shew the necessity, were the towed boats replaced by self-propelled, of limiting the amount of goods handled on certain parts of the canal and of constructing harbours and cranes to shorten the lying-up periods. The whole inland-shipping system would, however, thereby be made more expensive.

The general body of the Committee only recognised the utility of self-propelled boats for exceptional cases, where, for instance, it was a question of a permanent traffic between two points at which the boats could be quickly loaded and unloaded.

This latter, as well as the consideration that the self-propelled boats were craft already in use, and that it would be an unnecessary hardship to exclude this class of boats from the new canals, led the Committee to declare for a conditional admission

of the self-propelled boats concurrently with towage from the bank.

By this decision it was thought that the objections would be met of those who saw in the compulsory introduction of electric haulage an interruption to the progressive development of engines and shipbuilding.

D. Should boat resistance to be taken into consideration in the towing tariffs.

The first reporter suggested in his observations the taking into consideration of the resistance of the boat when assessing the towing tariffs in order to give an impetus to progress in the design of the boats. For only if the increased power necessary to tow badly constructed vessels had to be paid for, would it be possible to keep out this sort of vessel from the inland waterways and to attain the desirable replacement of wooden vessels by iron ones.

The justice and utility of this demand were generally recognised. For the general opinion was that, specially in a monopoly service, the great danger existed that no regard would be paid to good lines in the boats and that those carrying on the shipping would only strive to build cheap boats if the tariffs were entirely determined according to the weight of the carrying capacity.

It was pointed out that endeavours to take the boat's resistance into account in fixing the towing tariffs was to be traced back into the eighties. Further, ten years ago it was proved by trials that iron ships of the same form and size showed a 40 to 60 % less resistance than wooden ones.

On this point it was reported that in the towing tariffs on the Danube a differentiation had already been introduced between wooden and iron boats. In the tariff of the Danube Steam Shipping Company as well as in that of the Hungarian River and Sea Shipping Company a difference of from 15 to 20 % had existed for years between boats of iron and boats of wood of equal capacity.

This differentiation, however, was not considered sufficient for the future canals, as, in the trunk traffic, it would be necessary to reckon with the most varied types of boats. It

was further pointed out that the vessel's resistance was also dependent upon whether the boat was old or new, how long and into what canal it travelled, whether there was a current or no, and whether it travelled with or against the latter. Further, the conditions of the waterway itself came into the question, so that the desirable ideal doubtless consisted in measuring the resistance on each occasion directly and registering it. In principle this would lead to introducing a dynamometer into the towing rope, which would shew the resistance.

To this proposal it was objected that the boat's resistance and therefore also the dynamometer readings would vary greatly. The determination of the mean, however, would be a cause of permanent dispute.

It was further proposed to furnish a model when building every new ship and by this model to determine the resistance for the varying conditions.

It was also mentioned that, as, in the case of buildings before the construction of a boat, a drawing ought to be handed in for the approval of the authorities, and that besides this every ship ought to be officially examined and tested before it might be used on public waterways.

Finally it was proposed to leave the build of the boats to the constructors but to classify completed boats upon the basis of drawings to be officially submitted.

These proposals also met with objections. Firstly the practicability of these measures was held to be excluded for boats already in the service. Besides that, shipbuilding would be much hampered by such regulations. It would also not be easy to find a suitable authority to undertake these tests for the various river districts.

It was generally observed, in opposition to taking the resistance into consideration in the tariff, that with electric haulage this question would at first only be of minor importance. A greater resistance would only be expressed in the use of energy, which only amounted to 4 to 7 % of the total towing cost.

It was also pointed out that it was economically working against oneself to exploit the canal section to the utmost on the one hand and the wish to diminish towing power on the other. Further it would be then necessary to enter into the difficult determination of the influence which the construction

of the boat had upon the development of the bow wave and with to at on the maintenance of the canal.

The result of these observations was that the Committee refrained from making definite proposals as to the consideration of the resistance when determining the towing tariffs and rather recommended a further examination of this question.

4. The summary of the proceedings as to the towing power on the new canals.

The final result of its proceedings with regard to the towing power on the new canals was embodied by the Committee in three resolutions, which were unanimously passed with the exception of the first, against which one single member voted.

The resolutions are as follows : —

1. Electric towage from the bank is the most suitable means of economical exploitation of the canals ; towing upon the water can only come in question in special cases.

2. The traffic of self-propelled boats is not to be excluded is so far as they conform to the regulations laid down for the service and maintenance of the canal.

3. It is to be debated whether the resistance is to be considered when determining the towing dues.

Reporter,
CHRISTIAN HAVESTADT,
Doctor of Engineering, Berlin.

LIST OF PARTICIPANTS

in the proceedings of the Committee on the Towing Monopoly and suitable
Towing Power on Canals.

Government Representatives : —

1. From the Royal Prussian Ministry for Public Works : —
Oberbaurat HERMANN, Essen a. d. Ruhr.
Oberbaurat HAMEL, Breslau.
2. From the Royal Saxon Ministry of Finance : —
Oberbaurat SCHMIDT, Dresden.
3. From the Imperial Austrian Ministry of Commerce : —
Hofrat MRASICK, President of the Waterway Construction
Board, Vienna.
Hofrat SCHROMM, Representative of the Imperial Ministry
of Agriculture, Vienna.
4. From the Royal Hungarian Ministry of Agriculture : —
Sektionsrat LÉOPOLD FARAGÓ, Budapest.
5. From the Royal Hungarian Department for Railways and
Navigation : —
Sektionsrat K. VON KENESSEY, President of Department.
Generalinspektionskommissar E. VAZSÓNYI.

Members of the Committee.

I. — As Representatives of the Central Institution for Furthering German River and Canal Shipping in Berlin : —

1. Hofrat Professor ENGELS, Dresden.
2. Baurat HAVESTADT, Berlin-Wilmersdorf.
3. President of the Chamber of Commerce HINDENBERG,
Minden.
4. Director C. KÖTTGEN of the Siemens-Schuckert Works,
Berlin.
5. Shipyard Director A. RICHOWSKI, Berlin.

6. Baurat TEUBERT, Potsdam.
7. Commerzienrat G. TONNE, Magdeburg.

II. — As Representatives of the Central Institution for River and Canal Shipping in Austria, formerly the Danube Association : —

1. Dr. GRÆTZ, Secretary of the Chamber of Commerce, Vienna.
2. Oberbaurat HOESELMEYER, Dresden.
3. Oberbaurat KUHN, Vienna.
4. Professor OELWEIN, Vienna.
5. Dr. V. RUSS, President of the Elbe Association and Representative of the Chamber of Commerce, Reichenberg, Vienna.
6. Baurat VON SCHNELLER, Vienna.
7. Oberbaurat Dr. V. SCHÖNBACH, Director of the « Maschinen Aktien Gesellschaft », formerly Breitfeld, Danèk & Company, Prague.
8. Councillor of the Chamber of Commerce WINDS, Vienna.

III. — As Representatives of the Hungarian Shipping Association in Budapest : —

1. Professor A. S. KOVACS, Budapest.
2. Oberingenieur E. MACHER, Budapest.

IV. — As Representatives of the Association for furthering River and Canal Shipping in Bavaria of Nürnberg : —
General Secretary K. G. STELLER, Nürnberg.

Further there attended the Sessions as Representative of the Council of the German-Austro-Hungarian Association for Inland Shipping in Berlin : —

General Secretary RAGÓCZY, Berlin.

Secretary : —

Dr. HAVESTADT, Berlin-Wilmersdorf.

ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

DES

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{me} Congrès - Saint-Petersbourg - 1908

1. Section : Navigation intérieure

2. Question

Etude économique, technique et réglementaire
de l'exploitation et de la traction mécanique
des bateaux sur les fleuves, les canaux et
les lacs. Monopole de traction.

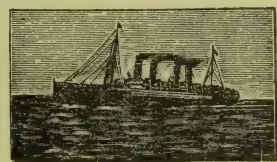
RAPPORT

PAR

C. HAVESTADT

Regierungsbauführer

NAVIGARE



NECESSE

BRUXELLES

IMPRIMERIE DES TRAVAUX PUBLICS (SOCIÉTÉ ANONYME)

169, Rue de Flandre, 169

DÉLIBÉRATIONS

D'UN

Comité spécial de l'Association germano-austro-hongroise de Navigation intérieure

SUR LE

MONOPOLE DE TRACTION

ET LA

Traction mécanique des Bateaux sur les Canaux

AVANT-PROPOS

L'Association germano-austro-hongroise de navigation intérieure, qui a été fondée le 21 septembre 1896, a pour but de poursuivre la création de voies navigables productives pour l'Allemagne et l'Autriche-Hongrie, et spécialement l'exécution des canaux projetés pour la jonction du Danube à l'Oder, à la Moldau, à l'Elbe et au Main, respectivement au Rhin, et de favoriser le trafic des transports par eau entre les deux pays afin de contribuer à la continuation du développement prospère de leurs conditions économiques.

Lors de sa septième réunion, à Stettin, en juin 1906, l'Association résolut, en suite d'une conférence faite par M. D. Teubert, Ober- und Geheimer Baurat, à Potsdam, sur l'*exploitation future de la navigation intérieure sur les voies navigables principales traversant les pays de l'Association* (1), de désigner un Comité spécial pour délibérer au sujet de plusieurs questions urgentes concernant la construction des voies hydrauliques, la construction des bateaux et le mode d'exploitation.

Ce Comité spécial s'est occupé d'une façon approfondie, lors des séances tenues le 26 et le 27 mars 1907 à Breslau et le 31 mai et le 1^{er} juin à Lindau i. B., des deux questions ci-après,

(1) Cette conférence a été publiée dans le fascicule n° XXXVI (nouvelle série) de l'Association germano-austro-hongroise de navigation intérieure.

qui figurent également à l'ordre du jour du XI^e Congrès international de navigation :

1^o La question du monopole de traction ;

2^o Le choix du mode de traction le plus approprié sur les canaux.

Le Comité comprenait parmi ses membres, dont le nombre a varié entre treize et quinze aux diverses séances, des délégués des travaux hydrauliques, de la navigation et du commerce. Les gouvernements de Prusse, de Saxe, d'Autriche et de Hongrie montrèrent l'intérêt qu'ils portaient aux délibérations du Comité, en envoyant aux séances des délégués officiels pour les représenter (1).

DÉLIBÉRATIONS AU SUJET DU MONOPOLE DE TRACTION

La question de l'introduction du monopole de traction a été discutée au sujet de l'ensemble des voies navigables : canaux, rivières canalisées et cours d'eau libres. Quoique les discussions aient fréquemment porté sur des points de vue ayant trait simultanément aux caractères politiques spéciaux dans lesquels se trouvent les pays de l'Association, en ce qui concerne l'exploitation et le commerce, les débats du Comité, relatifs à cette question peuvent toutefois présenter un certain intérêt, en général, également au delà des frontières de l'Association.

1. Du monopole de traction en général.

Lors de l'échange d'idées qui eut lieu au sujet du *monopole de traction en général*, on rappela les expériences favorables auxquelles a donné lieu l'introduction de ce monopole en Belgique sur le canal de Willebroeck et sur le canal de Charleroi à Bruxelles, ainsi qu'en France sur le canal de Saint-Quentin, en faisant ressortir que ces canaux doivent uniquement la

(1) Un tableau indiquant les noms de tous les participants aux délibérations du Congrès fait suite au présent rapport.

grande augmentation de leur trafic à leur exploitation par halage, organisée sur une base uniforme, et que, sans monopole, il eût été impossible de songer à leur grande capacité de rendement actuelle.

Il a été reconnu de diverses parts que l'utilisation complète des voies navigables ne pouvait être atteinte, principalement par suite de la présence des écluses, que par une *organisation uniforme de l'exploitation de la traction*, qui donnerait à la fois la sécurité et la plus grande accélération possible au trafic, et qui assurerait le mieux la conservation de la voie navigable.

Rares furent, au contraire, ceux qui émirent l'avis que le trafic sur les voies navigables pouvait être régi de façon voulue au moyen de règlements de police. Les personnalités chargées de l'administration des voies hydrauliques opposèrent à cet avis le fait que l'on ne pouvait, en ce qui concerne la durée, arriver à une exploitation uniforme au moyen d'ordonnances de police, à moins que de faire accompagner tout bateau par un agent préposé à cette surveillance, car pour réaliser une marche régulière et éviter avant tout les encombrements de bateaux au droit des écluses, il serait nécessaire non seulement de prescrire aux bateliers une vitesse uniforme, excluant toute possibilité de se dépasser dans leur course, mais encore de leur faire observer des mesures déterminées en ce qui concerne les temps d'arrêt.

Aux avantages offerts au point de vue technique par une exploitation par monopole, furent opposées une série de *considérations économique-politiques*, qui ont été toutefois combattues par la partie adverse. Ainsi, on a prétendu que la monopolisation excluait la libre concurrence du trafic par eau, ce qui ferait nécessairement du tort à la navigation et aurait pour conséquence de provoquer un renchérissement des taux de transport au détriment du commerce et de l'industrie.

Cette opinion a été combattue d'une façon remarquable surtout par le syndic d'une chambre de commerce du bassin du Wésér, qui s'est exprimé à peu près dans les termes suivants :

« L'opinion que l'introduction du monopole de traction porterait préjudice au commerce et à l'industrie n'est nullement partagée, en règle générale, par les chambres de commerce. Un grand nombre d'industriels et de commerçants émettent, au contraire, un avis opposé en estimant que, grâce à l'introduction du monopole de traction, la concurrence *commerciale* augmente et que le développement de la navigation impose son adoption.

La « libre concurrence », à laquelle font allusion les adversaires du monopole de traction, consiste en réalité dans le fait que les grandes sociétés de navigation sont seules à régner et qu'elles ont fréquemment imposé leurs prix de transport avec une stricte inouïe.

» Le monopole de traction garantit, au contraire, la concurrence aux bateliers isolés ; il leur permet d'utiliser le service de traction moyennant des taxes fixes et les rend indépendants des grandes sociétés. »

L'orateur en question a encore montré, à l'aide d'exemples se rapportant au Rhin et au Wésér, que souvent, dans certaines régions des cours d'eau, les armateurs s'associent pour créer un mode d'exploitation ayant en quelque sorte tous les caractères d'un monopole, après avoir reconnu à juste titre que cette manière de procéder leur permettait une utilisation bien plus efficace de leurs moyens de transport.

Mais ce à quoi il y a lieu de s'attendre de la part d'un monopole privé de ce genre est prouvé par l'exemple que donnent plusieurs syndicats. Leur objectif sera toujours de majorer les prix ou tout au moins d'encaisser à leur profit les revenus de l'entreprise de traction augmentés en suite de la formation de leur association. Jamais il ne viendrait à l'idée de ces détenteurs de monopole privé de diminuer les tarifs au profit des demandeurs.

Les choses se passeraient tout autrement pour une exploitation organisée par l'Etat : l'influence du Parlement et du Conseil des Voies navigables (1) aurait alors pour effet de veiller à ce qu'une tendance à abaissement des tarifs persistât, et ainsi les avantages au point de vue technique à donner par un monopole et auxquels s'attendent les créateurs des voies navigables, se trouveraient garantis.

Le directeur d'une grande compagnie d'armateurs d'un bassin de voies navigables de la Prusse orientale a également parlé en faveur de la création d'une exploitation par monopole à organiser par l'Etat. Il a déclaré que les compagnies d'armateurs des voies navigables de la Prusse orientale n'avaient que des plaintes à faire entendre au sujet des résultats de leur exploitation. La cause doit en être attribuée aux défauts

(1) Institution récemment créée pour les nouveaux canaux de Prusse.

du mode d'exploitation existant, qui, par suite des arrêts aux écluses, occasionne des pertes de temps et d'argent énormes. Les essais tentés par les compagnies d'armateurs pour porter remède à cette situation, en s'associant entre elles, ont échoué. Il faudrait, par conséquent, une main ferme pour arriver à créer une exploitation qui soit sans reproche au point de vue technique, et l'Etat seul possède la force nécessaire à cet effet. Economiquement, la situation des compagnies d'armateurs se trouverait améliorée, si elles étaient délivrées du mode d'exploitation si peu économique qui se pratique à l'heure actuelle.

Un membre d'une chambre de commerce de Vienne s'est élevé contre l'appréciation émise, et suivant laquelle l'Etat, comme propriétaire du monopole de traction, ne penserait qu'à l'abaissement des taxes de remorque. Il a rappelé, à ce sujet, que le monopole de traction, passé à l'état de loi pour les nouveaux canaux de Prusse, n'avait été admis au Parlement par une grande partie de ses partisans que dans le but d'assurer éventuellement à l'Etat de nouvelles ressources. Tout en reconnaissant toute la valeur des avantages présentés au point de vue technique pour le trafic par une exploitation par monopole, l'orateur en question entrevoit cependant au sujet de son adoption le grand danger que l'Etat ne soit amené à en faire mauvais usage pour des raisons politiques, d'autant plus que les Parlements se laissent fréquemment entraîner par des influences funestes au trafic de la navigation intérieure.

Les mêmes scrupules en défaveur du monopole de traction furent encore exprimés par d'autres, et l'on rappela qu'en Prusse les chemins de fer de l'Etat causent souvent du tort à la navigation par leurs tarifs peu élevés.

A cette déclaration, il a été opposé que l'explication du préjudice porté à la navigation par les chemins de fer de l'Etat en Prusse se trouvait précisément dans la situation fâcheuse qui mettait l'un des moyens principaux de communication entièrement aux mains de l'Etat et qui laisse, au contraire, aller l'autre au gré de la libre concurrence. Mais si l'Etat s'intéressait aux communications par eau, en assumant la charge du service de traction, il aurait plus d'intérêt à favoriser le trafic sur les voies navigables, et il veillerait à ce que les canaux et les installations, créées à ses frais en faveur de la navigation, ne puissent devenir impraticables par les propres mesures qu'il prendrait. L'Etat serait, au surplus, en situation d'exercer la

traction, au début, à son prix de revient, afin d'encourager le trafic initial et de contribuer de la sorte au bien-être général.

D'autres objections encore ont été faites au sujet du monopole de traction en ce qui concerne les abus que pourrait commettre l'Etat, qui, comme porte de derrière, et sous prétexte de taxes de remorqué, pourrait élever les droits de navigation qui ne parviendraient pas à rentrer par la porte de devant.

Il fut reconnu, même par les membres bien disposés en faveur d'un monopole de traction que, si l'Etat devait agir de la sorte, ce monopole pourrait constituer un danger pour le commerce et l'industrie. Mais on a fait observer qu'à ce point de vue c'était l'Etat qui présentait le plus de garanties, que l'Etat ne créerait pas des voies de navigation coûteuses et des installations onéreuses en vue du trafic, pour entraver après coup, à l'aide de charges inutiles, le développement de la navigation et rendre de ce fait impraticables des voies de communication établies par ses soins, mais qu'il fallait, au contraire, s'attendre à voir l'Etat favoriser d'autant plus la navigation qu'il participerait davantage au trafic des transports par eau.

La monopolisation du service de traction a encore soulevé, d'autre part, des objections en ce sens qu'il y avait à craindre que le monopole ne soit étendu également aux *opérations d'affrètement*. Il pourrait arriver sur les voies navigables, a-t-on prétendu, ce qui s'est passé pour les chemins de fer en Amérique, où, au début, la locomotive seule avait été fournie par l'administration, et celle-ci s'est emparée plus tard de la totalité des moyens d'exploitation ; celui qui a la force pour soi, dispose de tout, ajoutait-on, et est tout-puissant. Et la *prise en mains par l'Etat de tout le rouage de la navigation intérieure* ne serait ni utile ni profitable au commerce et à l'industrie, les conditions variables auxquelles est soumise la navigation intérieure commandant que les décisions de nature commerciale soient prises rapidement et en temps voulu, et une exploitation par les soins de l'Etat ne conviendrait pas à cet effet.

Aussi les partisans du monopole de traction ne se montrèrent-ils, pour autant qu'ils prirent position dans cette question, nullement favorables à la reprise par l'Etat de tout ce qui a trait à l'exploitation de la navigation, estimant qu'il serait absurde que tous les préposés au service des transports fussent des agents de l'Etat. Mais il a été signalé également que l'Etat prussien avait déjà catégoriquement refusé d'entrer dans une voie de

l'espèce. C'est qu'on s'est parfaitement rendu compte dans les sphères gouvernementales des difficultés inhérentes à l'industrie du batelage.

A la question de savoir quelle serait l'influence de l'exploitation par monopole sur les *frais de transport*, il fut répondu par l'un des orateurs qu'il suffirait que les opérations se fassent avec la même rapidité et aux mêmes bas prix que lors de l'exploitation libre. L'on objecta qu'une exploitation par monopole ne se trouvait justifiée que si les opérations se pratiquaient plus rapidement et à meilleur compte. Les partisans du monopole reconnurent jusqu'à un certain point que les frais de remorque proprement dits pourraient être un peu plus élevés pour l'exploitation par monopole que pour l'exploitation libre, mais qu'en revanche les frais totaux de transport devaient absolument par suite de la régularité et de la sécurité de l'exploitation par monopole, devenir plus avantageux dans ce dernier cas. L'augmentation des frais de remorque fut motivée par le fait de l'obligation, pour le détenteur du monopole, de toujours devoir faire face aux exigences du trafic et d'avoir en tout temps à sa disposition, à cet effet, les moyens voulus pour fournir la force nécessaire de traction.

Mais la nécessité de l'augmentation des frais de remorque lors d'une exploitation par monopole ne fut pas admise par la partie adverse, étant donné qu'une exploitation par monopole dispose de moyens de propulsion plus économiques que l'exploitation libre, par exemple du halage électrique.

Des membres autrichiens firent remarquer qu'on n'avait pas pour principe, aux chemins de fer de l'Etat, de faire face à toute exigence du trafic. Sur les voies navigables, en temps de grande affluence, l'Etat ferait de même et astreindrait les bateliers à une certaine attente, plutôt que de se pourvoir de moyens de locomotion en nombre exagéré.

La question de savoir si le monopole de traction devait être uniquement organisé et exploité par l'Etat, ou si celui-ci pouvait transmettre ce monopole également à des particuliers, a aussi fait l'objet d'une discussion.

A l'assertion que l'Etat était le mieux en situation pour conduire de telles opérations, il a été objecté qu'en les transmettant à des particuliers, l'Etat continuerait à exercer sa surveillance et que l'on éviterait ainsi que le service d'exécution et

celui du contrôle fussent représentés par la même instance. En outre, l'Etat serait alors plus enclin à veiller à l'abaissement des taxes de remorque que dans l'autre cas.

Comme résultat de ces débats au sujet du monopole de traction, il fut reconnu qu'il était en général désirable, *au point de vue technique du trafic*, d'adopter pour l'exploitation un mode de traction organisé sur une base uniforme (exploitation par monopole) sur les voies navigables à trafic intense (1).

Les objections formulées *au point de vue économique-politique* contre l'exploitation par monopole n'ont été reconnues fondées que par une partie de l'assemblée. Mais on a été unanime à déclarer que le monopole exercé par l'Etat doit rester en dehors de la politique des tarifs, qu'il ne peut servir de source de revenus et qu'il ne peut conduire à une prise de possession de la part de l'Etat du rouage complet de la navigation intérieure.

L'importance des frais de traction dans le cas d'une exploitation par monopole ne peut pas être fixée d'une façon générale, toutefois, l'affirmation que les frais totaux de transport se trouvent réduits par une exploitation par monopole, n'est pas combattue.

2. Le monopole de traction sur les canaux.

Après les considérations qui précèdent, il est superflu d'entrer dans des détails complémentaires au sujet des conclusions formulées pour l'organisation du service de traction sur les canaux.

Ces conclusions ont été libellées comme suit :

a) **La question de savoir si le monopole de traction admis par la législature en Prusse pour le futur canal du Rhin à Hanovre doit être appliqué aux canaux à établir du Danube à l'Oder, à l'Elbe et au Rhin, n'est pas susceptible en règle générale d'une réponse catégorique. Il doit toutefois être admis comme établi que la nécessité apparaît, au fur et à mesure de l'accroissement de l'intensité du trafic, d'organiser l'exploitation technique de façon à atteindre la capacité**

(1) De la situation des bateaux munis de leur propre force motrice (bateaux isolés) dans l'exploitation par monopole. (Voir p. 33)

maxima de rendement. A cet effet, il y a lieu d'adopter avant tout un service de traction réglé sur une base uniforme. Cette organisation uniforme peut être aux mains du propriétaire du canal ou d'un représentant de celui-ci dûment autorisé.

b) Eu égard aux conditions économiques, qui peuvent varier dans un espace de courte durée, et aux points de vue économique-politiques, la question relative à la mise en vigueur d'une telle exploitation doit être résolue séparément dans chaque cas particulier, et en tenant compte économiquement et financièrement des intérêts des particuliers, de l'Etat et de l'intérêt public général. L'autorisation exclusive de l'exercice du service de traction ne peut rapporter des revenus supérieurs à ceux qui sont nécessaires au paiement des intérêts et à l'amortissement des capitaux d'établissement engagés.

La première partie de ces conclusions a été adoptée à l'unanimité ; pour la deuxième partie, deux membres ont voté contre sa teneur, non toutefois pour des motifs plausibles, mais pour des raisons de forme.

Dans cette résolution, de même que dans les conclusions qui suivront, l'on a évité d'employer le terme « monopole ». C'est que quelques membres autrichiens du Comité ont fait observer que le mot « monopole » avait un sens se rapportant aux finances de l'Etat, ce qui signifierait que le propriétaire du monopole devrait retirer le plus de profits possible, et ce terme impliquerait dès lors indirectement une idée d'impôt. Quoique cette interprétation du terme « monopole » n'ait pas été admise indistinctement par tous les membres, il a été résolu, néanmoins, de l'éviter dans le prononcé des conclusions, afin d'écarter tout malentendu.

Au surplus, la charge de l'organisation uniforme du trafic n'a pas été attribuée à l'« Etat », mais au « propriétaire du canal », qui se confond cependant presque toujours avec l'Etat, et cette décision a été prise en considérant qu'une certaine garantie réside dans le fait que le propriétaire du canal aura soin, s'il conduit l'exploitation, de ne pas rendre celle-ci plus défectueuse.

3. Le monopole de traction sur les rivières canalisées.

L'on n'a pas reconnu aux avantages techniques, donnés au trafic par une exploitation par monopole, la même importance pour les *rivières canalisées* que pour les canaux. En ce qui concerne l'utilisation des écluses lors d'une certaine intensité du trafic, il y avait lieu, en tout cas, de prendre en considération les avantages du monopole de traction également pour les rivières canalisées. L'on a fait ressortir, en même temps, qu'une organisation uniforme devait être adoptée avant tout sur les voies navigables sinueuses et étroites qui excluât toute possibilité pour les bateaux de se devancer.

Mais une attention spéciale doit être prêtée, avant l'introduction d'une exploitation par monopole, aux rivières canalisées sur lesquelles, par suite de flottaisons élevées, les barrages doivent être couchés à certaines époques, sans devoir y suspendre, de ce fait, la navigation.

Un membre du Comité, au courant des conditions du trafic sur la Moldau, a fait le tableau ci-après des grandes difficultés techniques avec lesquelles la navigation a à lutter sur ce cours d'eau :

« En temps de niveaux de flottaison quelque peu élevés, les barrages de la Moldau sont couchés. La navigation ne peut plus, alors, faire usage des écluses ; elle doit se pratiquer en utilisant une ouverture pour bateaux (passe navigable) ménagée dans les barrages. Tandis qu'en temps de régime normal, de petits vapeurs à hélice parviennent à maîtriser le trafic, il est nécessaire aux époques de crues, par suite du fort courant qui règne, de faire usage de remorqueurs à vapeur plus puissants et à aubes. Et ces remorqueurs mêmes ne sont en état de remorquer que deux ou trois bateaux à la fois ; au surplus, au droit des passes navigables de 20 mètres de largeur, ils ne peuvent faire passer qu'isolément les bateaux par les puits.

» Il arrive également que, dans l'attente d'une crue nouvelle, l'on tarde à redresser les barrages au printemps. Il se fait alors, par suite du niveau de flottaison peu élevé, et respectivement du niveau du seuil des barrages, que toute navigation doit être suspendue. »

Il ne pourrait être question d'appliquer à un régime tellement variable une exploitation organisée sur une base uniforme.

Il n'y aurait, en outre, qu'une société pratiquant également la navigation sur un cours d'eau libre et qui aurait ainsi à sa disposition les grands remorqueurs à vapeur et à aubes nécessaires par intermittence, qui pourrait faire face à un tel mode d'exploitation de la navigation.

En revanche, les avantages que peut offrir, suivant les circonstances, l'organisation d'une exploitation uniforme, même sur une rivière canalisée, ont été formulés comme suit par le Directeur des travaux hydrauliques du bassin de l'Oder, qui a pris part aux délibérations en qualité de délégué du Gouvernement de Prusse :

« Sur l'Oder supérieure canalisée, il y a seize écluses ; leur nombre sera porté à vingt-quatre prochainement. Les trains de bateaux qui y circulent comptent jusque douze bateaux remorqués à la fois. Leur éclusage est de longue durée et, pour peu que l'intensité du trafic soit grande, il en résulte des arrêts extrêmement longs aux écluses, ce qui fait que des bateaux mettent parfois dix jours pour accomplir certains trajets, qu'ils peuvent parcourir en trois jours en d'autres temps.

» L'Oder supérieure offre, en outre, des difficultés considérables pour la navigation en descente ; ces difficultés ont souvent eu pour conséquence de voir tout le trafic arrêté pendant des journées entières lorsqu'un bateau vient à échouer en travers.

» Un remède à la fâcheuse situation qui existe actuellement est donc demandé dans toutes les sphères intéressées, et des essais ont déjà été tentés à cet effet.

» Les six biefs supérieurs ont été pourvus chacun de trois remorqueurs à vapeur, pour entreprendre, au moyen d'un service par étapes, la totalité du trafic. Mais comme les essais n'ont duré que huit jours, ils n'ont pas encore pu conduire à un résultat définitif, et on se propose de les poursuivre prochainement sur une échelle plus vaste.

» Mais l'organisation tentée pourra, en tout cas, donner les avantages suivants :

» Premièrement, il sera possible d'éviter, tant à la remonte qu'à la descente, de grands rassemblements de bateaux aux écluses, et cela d'autant plus facilement qu'on supprimera l'éclusage de 1,800 vapeurs environ. Sur un cours d'eau à régime dangereux pour la navigation en descente, comme l'Oder, on

pourrait considérablement diminuer de la sorte les accidents dus à l'exploitation.»

Sur la base de ces considérations, complétées et confirmées par d'autres membres, l'assemblée a émis l'avis que, par suite des grandes variations de régime que présentent les bassins des divers cours d'eau, elle ne pouvait formuler de proposition générale et catégorique au sujet de l'organisation de l'exploitation sur les rivières canalisées.

On a adopté, en conséquence, le texte suivant :

Pour les rivières canalisées, il n'est pas possible, notamment à cause des conditions très variables du trafic et du régime des cours d'eau, de formuler une proposition générale au sujet de l'organisation de l'exploitation de la traction. Il paraît nécessaire toutefois, même sur des tronçons canalisés de rivières, et lorsque l'intensité du trafic augmente, d'avoir recours à une exploitation de la traction organisée sur une base uniforme, afin d'atteindre la capacité maxima du rendement.

4. Le monopole de traction sur les cours d'eau libres.

Pour les *cours d'eau libres*, une organisation uniforme du service de traction, excluant tout autre mode d'exploitation, n'a pas paru d'une application possible, parce que, notamment de l'avis des membres autrichiens, son introduction se trouverait en contradiction avec les décisions du Congrès de Vienne et avec les conventions des actes relatifs au Rhin, à l'Elbe, etc. Il a été convenu dans ces actes que la navigation s'exercerait en toute liberté sur les cours d'eau libres, et il y est stipulé que le trafic doit être libre sur toute rivière, depuis son origine navigable jusqu'à son embouchure.

En considérant cependant, d'autre part, parmi d'autres exemples, celui de l'organisation instituée sur le Rhin par les armateurs, et la situation souvent opprimée des bateliers propriétaires d'un bateau unique, il a été estimé qu'une intervention de la part de l'Etat était désirable.

Un exemple a été cité à ce dernier sujet ; il se rapporte au Danube, où le Gouvernement accorde des subventions à la Société hongroise des transports fluviaux, et celle-ci doit, à son

tour, procurer à la petite batellerie le service de la traction à des tarifs déterminés.

Mais la nécessité indispensable de la part de l'Etat d'intervenir en faveur de la petite batellerie a été combattue, d'autre part, en se basant sur le système d'organisation en vigueur sur l'Elbe, où la petite batellerie possède ses propres pares à remorqueurs et entreprend des transports à son compte.

Pour les grands fleuves, tels que le Rhin et l'Elbe, il ne pouvait être question d'une façon générale d'une majoration du trafic, grâce à un service de traction organisé sur une base uniforme. Par contre, un membre du Comité, très au courant de la situation, a déclaré que l'on serait conduit à adopter sur la Havel, qui relie Berlin à l'Elbe, et sur laquelle le trafic atteint plusieurs millions de tonnes, une organisation radicale pour parer aux pertes de temps. Il y aurait donc lieu de prendre en considération que, *même sur les cours d'eau libres, il peut être obtenu un plus grand rendement en recourant à une organisation déterminée.*

Ces appréciations différentes conduisirent, en ce qui concerne la conclusion se rapportant à l'organisation de l'exploitation de la traction sur les cours d'eau libres, à ne pas se prononcer en faveur du strict maintien du trafic libre qui existe actuellement.

La conclusion, également adoptée à l'unanimité, a été formulée comme suit :

Sur les cours d'eau libres le maintien, sans préjudice pour le touage par chaînes et par câbles, de l'exploitation libre, telle qu'elle a été pratiquée jusqu'ici, est garanti par des conventions internationales. Toutefois l'exploitation de la navigation est susceptible d'être facilitée et améliorée au point de vue technique grâce à une organisation appropriée à la nature du cours d'eau.

DÉLIBÉRATIONS AU SUJET DU MODE DE TRACTION SUR LES NOUVEAUX CANAUX.

1. Observations préliminaires.

Pour les délibérations au sujet du *mode de traction sur les nouveaux canaux*, l'on a supposé admises les conclusions du Comité en ce qui concerne les discussions des canaux et les bateaux fréquentant ces voies, questions dont ce Comité s'était occupé dans une séance antérieure. A cette séance, l'on avait déclaré indispensable que toutes les voies navigables principales des pays compris dans l'Association fussent établies de façon à permettre le trafic courant de bateaux de 8 mètres de largeur, 65 mètres de longueur, gouvernail non inclus, un émergement de 3 m. 80 en contre-haut du niveau de flottaison et un jaugeage de 600 tonnes environ pour un tirant d'eau de 1 m. 75.

Pour la section du canal, on avait acquis la conviction, eu égard aux dernières expériences effectuées à Uebigau et à Berlin, à l'aide de modèles, qu'en ce qui concerne les résistances du bateau, c'étaient les profils paraboliques (*muldenförmig*), à talus fortement inclinés, qui méritaient la préférence. En conséquence, le Comité émit l'avis que, si l'on admettait une vitesse de marche de 5 kilomètres à l'heure pour les bateaux isolés et 1 : 4.5 pour le rapport entre la section immergée du bateau et la section mouillée du canal, il y avait lieu d'adopter au minimum 3 mètres de mouillage dans l'axe du profil parabolique.

2. Les rapports.

Deux rapports avaient été présentés pour être soumis aux débats, l'un de M. le professeur Engels, Geheimer Hofrat, à Dresde, et le second de M. Kuhn, K. K. Oberbaurat, à Vienne.

Résumons premièrement, d'une façon succincte, ces deux rapports :

***Rapport de M. le Professeur Engels, Geheimer Hofrat,
à Dresde.***

Le rapporteur a supposé que les embarcations remplissaient les conditions suivantes :

1° Tonnage maximum pour un poids mort minimum et résistance aussi minime que possible, c'est-à-dire des embarcations en fer et non en bois, et afin d'encourager ce progrès dans l'art de construire les bateaux, l'évaluation des taxes de remorque supposée faite, non d'après la capacité ou le tonnage, mais d'après la résistance au mouvement des bateaux en marche ;

2° Facilité maxima de gouverner, c'est-à-dire substitution d'un dispositif mécanique de manœuvre à celui à bras pour le gouvernail.

Il a fait encore l'hypothèse d'une vitesse de parcours de 5 kilomètres à l'heure, et supposé que les *bateaux remorqués* marchaient tous à la même vitesse, ne pouvant donc pas se dépasser entre eux.

Pour le mode de traction sur les nouveaux canaux, il n'y avait lieu de prendre en considération, en règle générale, que deux sortes d'exploitations :

1° La traction des bateaux s'opérant à partir de la rive (exploitation par halage) ;

2° La remorque des bateaux se faisant sur eau, au moyen de remorqueurs.

Quant à celui des deux systèmes auquel il y avait lieu d'accorder la préférence, cette question dépendrait des conditions ci-après :

1° Le profil du canal ne doit pas subir de dégradations ;

2° La résistance à la traction doit être aussi minime que possible ;

3° Le mode de traction des bateaux doit être aussi économique que possible.

A l'appui de ces trois conditions, le rapporteur donnait les explications suivantes :

Pour le 1^o. — L'action exercée sur les rives dépend en premier lieu de la vitesse de marche, et moins du fait que le bateau est halé à partir de la rive ou remorqué sur eau ou encore qu'il marche avec sa propre force motrice. En ce qui concerne notamment le courant tournant produit par l'hélice, celui-ci n'a rien de commun avec l'attaque des revêtements de rives et il n'endommage que le plafond. Il est par conséquent indifférent, au point de vue du maintien du profil du canal, tant que la vitesse de l'eau mise en mouvement par l'hélice ne dépasse pas celle du courant de retour, que l'exploitation soit opérée par halage ou par remorque.

D'après le rapport présenté par *Thiele* au VIII^e Congrès international de navigation, à Paris, en 1900, et intitulé : *Des effets du mode d'exploitation de la navigation sur le plafond et sur les talus du canal de Dortmund à l'Ems*, il y avait lieu de conclure, en considérant les conditions d'un canal normal, que pour la même nature du sol que celle du tronçon d'essai du canal de Dortmund à l'Ems — composé de sable diluvien pur et fin d'une grosseur de grain de 0 m. 00043 — cette condition conduisait à :

a) Une vitesse maxima de 6 kilom. 3 par heure pour un bateau à vapeur muni de son propre moteur ;

b) Une vitesse maxima de 6 kilomètres par heure pour un train remorqué, formé par un bateau marchand précédé de son remorqueur.

Lorsque deux bateaux sont remorqués à la fois, la vitesse de l'eau mise en mouvement par l'hélice est toujours supérieure à celle du courant de retour. Si l'on fait, dans ce cas, des hypothèses analogues à celles qui ont servi aux constatations de *Thiele*, il n'y a pas lieu de craindre une dégradation du plafond, si la vitesse ne dépasse par 5 kilomètres à l'heure. Cette dernière vitesse étant celle qui a été admise dans les hypothèses ci-dessus, le rapporteur en conclut que :

La condition nécessaire pour que ni les rives ni le plafond du canal ne soient endommagées est sans influence sur le choix du mode de traction.

Il déduit encore de ce qui précède que, sur les tronçons de canaux en remblai et à fond perméable, étanché au moyen

d'argile ou de terre glaise, il était à recommander, dans les deux systèmes de traction, et pour une vitesse de marche de 5 kilomètres à l'heure, de ne remorquer qu'un bateau à la fois.

Pour le 2°. — Les essais effectués sur le canal de Dortmund à l'Ems et sur le canal de Teltow ont montré que, pour des vitesses inférieures à 5 kilomètres à l'heure, la résistance à la traction était légèrement supérieure dans le cas du halage, par suite de la traction oblique, que dans celui par remorque, mais que cette résistance était, par contre, bien inférieure à celle que donne une exploitation par remorqueurs lorsque la vitesse était de plus de 5 kilomètres à l'heure. Il en résulte donc, pour la vitesse admise de 5 kilomètres à l'heure, que :

La condition à remplir pour que la résistance à la traction soit aussi petite que possible n'est pas décisive en ce qui concerne le choix à faire entre les deux modes de traction.

Pour le 3°. — Afin d'avoir une même base de comparaison au point de vue économique pour les deux systèmes de traction, il faudrait tenir compte des frais de parcours pour les transports sur le canal, c'est-à-dire de la dépense totale comprenant tant les frais de traction que le coût des bateaux (amortissement, entretien, etc., du bateau remorqué).

En ce qui concerne l'évaluation des frais du parcours, le rapporteur a renvoyé à la brochure nouvellement parue de Dr Ing. *Max Schinkel* et intitulée : *La traction électrique des bateaux*. Il tire ensuite des recherches faites par cet auteur, et en admettant une vitesse de 5 kilomètres à l'heure, les conclusions suivantes :

Lors de l'examen de la condition énoncée pour que le mode de traction soit aussi économique que possible, il y a lieu de prendre en considération :

a) Qu'une exploitation par monopole avec remorqueurs est toujours plus coûteuse qu'une exploitation libre par remorqueurs ;

b) Qu'une exploitation par halage électrique est moins coûteuse qu'une exploitation par remorqueurs avec monopole pour un trafic annuel dépassant 2 millions de tonnes, et que, pour une importance du trafic supérieure à 3,800,000 tonnes, elle devient moins coûteuse que ne l'est une exploitation libre par remorqueurs.

Le rapporteur a ajouté que les frais d'exploitation par remorqueurs, introduits dans l'évaluation de ces taux du trafic, se rapportaient à des distances de transport de 300 kilomètres,

tandis que, pour le halage électrique, les frais en question se rapportaient même à des distances moindres (1).

En se basant sur les considérations développées ci-dessus, le rapporteur est arrivé à la conclusion suivante :

Sur les canaux où le trafic a une certaine intensité, le halage électrique l'emporte, au point de vue économique, sur une exploitation au moyen de remorqueurs.

Quant au halage électrique, il va de soi qu'il commande une organisation uniforme de l'exploitation. Ce serait là le seul moyen d'éviter des encombrements exagérés de bateaux et de rendre possible l'établissement de tarifs fixes. Il en résulterait, pour la totalité du trafic sur les canaux, une sécurité et une régularité inconnues jusqu'ici, ce qui permettrait de déterminer avec certitude, et d'avance, les délais de livraison et les frais. Au surplus, la durée des délais de livraison serait diminuée, et les temps d'arrêt seraient également réduits.

L'introduction du système de traction électrique aurait encore une grande valeur au point de vue de la situation économique des régions riveraines du canal, qui pourraient être dotées à bon compte de force motrice et d'éclairage par l'intermédiaire du courant électrique.

L'organisation uniforme de l'exploitation du canal ne devrait toutefois pas exclure l'utilisation de la voie navigable par les bateaux marchands mus par leur propre force motrice, pour autant que leur vitesse de marche soit au moins égale à 5 kilomètres par heure. Etant donné ensuite, ainsi qu'il a été dit précédemment en ce qui concerne les conditions normales, qu'une vitesse allant jusque 6 kilom. 3 à l'heure pour les bateaux isolés n'était pas nuisible pour le canal, il y aurait lieu de permettre à ces embarcations de devancer les trains de bateaux dans leur course. On rendrait possible ainsi sur les canaux, à côté du trafic régulier des produits pondéreux, la création d'un service accéléré pour les marchandises.

(1) Rappelons que les évaluations faites par Schinkel supposent un canal libre d'écluses. Sur un canal à écluses, les conditions de l'exploitation par remorqueurs et par monopole seraient plus favorables comparativement à une exploitation libre, et cela à un degré plus élevé dans le cas de biefs de longueur réduite.

(Le Rapporteur.)

Le rapporteur est entré ensuite dans des détails de nature technique sur les modes de traction en discussion. Les considérations à ce sujet se sont limitées à comparer entre eux les remorqueurs naviguant librement, ainsi que les divers genres de halage électrique.

En ce qui concerne les premiers, le rapporteur a émis l'avis que l'exploitation par remorqueurs présentait évidemment l'avantage de ne pas troubler la marche libre des bateaux, et que les rives restaient disponibles sur toute leur longueur pour les opérations de manutention ; mais que, d'autre part, par suite de la vitesse minime de parcours que peut développer le remorqueur dans la cunette limitée du canal, le degré d'action de son hélice était particulièrement faible et ne variait que de 20 % environ à 30 % au maximum. Ce coefficient augmente cependant au fur et à mesure que la vitesse de marche croît, mais il diminue avec l'importance de la charge remorquée.

En ce qui concerne l'étude comparative des diverses sortes de halage électrique, le rapporteur est arrivé à conclure que les systèmes sans voie ferrée et ceux avec chariot, qui doivent être desservis par l'équipage du bateau, doivent être considérés comme démodés. Les anciens systèmes, tels que ceux de Gérard-Denèfle, Feldmann-Rudolph, Veering et Wood n'auraient, du reste, également plus qu'une valeur historique. Les seuls systèmes qui, actuellement, pourraient pratiquement entrer en concurrence seraient celui de Siemens-Schuckert (canal de Teltow), à double rail, et le système Gérard-Clarke, à monorail et à adhésion artificielle. La comparaison de ces deux systèmes de halage l'a conduit à la conclusion qu'en ce qui concerne le degré d'action et les frais d'installation et d'entretien, il n'a pas pu trouver de différence en faveur de l'un ou de l'autre. La différence du coût des locomotives ne pourrait pas non plus faire pencher pour l'un ou pour l'autre.

Peut-être que les frais d'établissement pourraient devenir moindres dans certains cas pour le système monorail, par la suppression du chemin de halage, lorsque, par exemple dans des parties de canaux fortement en déblai l'établissement de celui-ci n'est pas nécessité par l'exécution de la section du canal. Il semble, en outre, spécialement applicable sur les parcours encaissés, où il n'y aurait pas place pour une voie

à deux rails. Il pourrait peut-être encore convenir là où des installations d'entreposage sur la rive rendraient difficile le passage de la voie à double rail sur le chemin de halage.

En revanche, il y aurait lieu de mentionner, en faveur du système à double rail adopté au canal de Teltow, que les opérations de transbordement sont possibles ici transversalement sans disposition spéciale ; mais dans le système Gérard-Clarke, ces opérations ne peuvent être effectuées que si la voie est installée à une hauteur suffisante. Nul doute que, techniquement, cela peut être réalisé ; mais en ce qui concerne la conformation à donner à cette ligne aérienne au point de vue économique, c'est là une question que la pratique n'a pas encore résolue.

Les conclusions finales des recherches faites par le rapporteur ont été formulées comme suit :

1° Il y a lieu de répondre de la façon suivante à la question qui se rapporte au mode de traction le mieux approprié aux nouveaux canaux : sur les canaux à trafic intense, il est à recommander de faire usage pour la traction, du halage électrique, à régler d'une façon uniforme à partir d'un point central. Mais il y a lieu de permettre, en même temps, le trafic d'embarcations à vapeur naviguant librement, dont la vitesse minima soit égale à la vitesse normale de traction par halage et la vitesse maxima à fixer dans chaque cas par l'Administration ;

2° Comme systèmes de traction, il n'y a lieu de considérer actuellement que le système Siemens-Schuckert, à double rail, et le système monorail Gérard-Clarke. Après avoir fait en Allemagne une application du premier sur le canal de Teltow, il serait à désirer qu'un parcours de canal analogue fût équipé et exploité à l'aide du système monorail, afin d'avoir une base de comparaison sûre entre les deux systèmes.

Rapport de M. Kuhn, k. k. Oberbaurat, à Vienne.

Comme base de ses recherches, le rapporteur fait connaître que celles-ci se rapportent aux futurs canaux principaux de jonction à établir dans les pays de l'Association et pour lesquels il y a lieu de s'attendre à un trafic annuel de plusieurs mil-

lions de tonnes, à desservir en grande partie au moyen d'embarcations remorquées ayant, en général, un tonnage élevé (600 tonnes et plus) et, en petit nombre seulement, par des bateaux naviguant librement.

L'examen du sujet en discussion devrait commencer par l'influence du mode de traction sur les frais de transport.

Les frais de transport, qui sont en relation avec le rendement de la tonne kilométrique, se composent des dépenses pour usage de l'embarcation (fret), pour les moyens de traction et pour les installations du canal (frais de traction) et, enfin, des frais d'équipement du canal (frais accessoires).

Ces dernières dépenses sont relatives aux taxes de ports et de grues, frais de chargement et de déchargement, droits de navigation et autres ; elles sont, en réalité, peu importantes au point de vue de la question du mode de traction et devraient donc ne pas être prises en considération.

Le fret se rapportant au rendement en tonnes kilométriques augmente et diminue pour une embarcation remorquée suivant l'augmentation ou la diminution de la durée de transport. Cette durée comprend le temps de marche et le temps d'arrêt du bateau. Le premier temps dépend à son tour de la vitesse de parcours et, par suite du mode de traction. Enfin, l'influence de la variation de la vitesse de marche sur le fret est d'autant plus importante que les temps d'arrêt sont moindres.

Mais la majoration de la vitesse de marche entraîne une augmentation de la force de traction et, par suite, une augmentation des frais de traction. Des essais ont montré que la force de traction varie proportionnellement au carré de la vitesse de marche. Une majoration de la vitesse n'est donc pratiquement admissible que pour autant que le fret, réduit par la vitesse majorée, et ajouté aux frais de traction majorés par la même circonstance, conduisit à des frais de transport moins élevés. Ce qui signifie, en réalité, que de plus grands frais de traction sur les grandes voies navigables que sur les petites voies navigables, ne doivent pas donner des frais de transport plus élevés.

Pour réduire ensuite autant que possible les frais de traction, il faudrait lors du choix du mode de traction approprié à la production de puissantes forces de traction, accorder une grande valeur à une bonne utilisation des matériaux de con-

struction, à l'obtention du meilleur degré d'action de l'énergie à mettre en œuvre et à son mode de production le plus avantageux.

Une meilleure utilisation des moyens d'exploitation produit également sur les frais de traction, comme sur le fret, des effets moindres, et inversement.

Les considérations qui précèdent conduisent à la tendance sur les canaux fréquentés par des bateaux d'un tonnage assez élevé, à substituer à la traction animale, qui est moins coûteuse, la traction mécanique, qui est plus onéreuse.

Parmi les divers modes de traction mécaniques, c'est actuellement celui de la remorque par vapeurs à hélice qui est le plus développé. Ces vapeurs peuvent être considérés comme convenant comme mode de traction tant que le trafic ne comporte que 1 à 2 millions de tonnes.

Mais sur les nouveaux canaux principaux, il y a lieu de s'attendre, dès leur mise en exploitation, à un trafic beaucoup plus important. Ainsi, on évalue à 3.3 millions, en chiffres ronds, le trafic qui sera enregistré dès le début sur le parcours de Gelsenkirchen à Hanovre du futur canal du Rhin à Hanovre.

Les constatations faites jusqu'ici au sujet de l'exploitation par remorqueurs permettent de prévoir que ce mode de traction portera préjudice au trafic du canal, si son intensité, c'est-à-dire la fréquence des croisements de bateaux dans les biefs du canal et le nombre des éclusages aux échelles d'écluses doivent subir une majoration notable, parce que, pour des raisons de sécurité de l'exploitation, tout croisement de deux trains remorqués par vapeurs exigera une diminution sensible de la vitesse de marche et que, lors d'éclusages multipliés, le passage rapide du train remorqué dans le sas de l'écluse et l'opération inverse éprouvent des difficultés considérables. Il ne faut pas, au surplus, méconnaître les appréhensions de voir monter les dépenses d'entretien du canal au fur et à mesure de l'augmentation de l'exploitation par remorqueurs à vapeur.

Dans son étude, le rapporteur exprime ensuite l'avis que, parmi les nombreux autres modes de traction qui sont proposés, seul le halage par locomotive électrique paraît devoir être pris en considération, comparativement au mode d'exploitation par remorqueurs à vapeur qui a fait ses preuves.

S'en rapportant aux essais qui se sont poursuivis sur le canal

de Teltow, il mentionne en faveur du halage électrique les avantages suivants :

1° La réduction du fret, en suite de l'obtention d'une grande vitesse uniforme de marche pour les bateaux, qui résulte du fait que l'action du gouvernail des bateaux remorqués n'est pas influencée par la traction de la locomotive, qu'aux croisements la diminution de vitesse à observer n'est pas aussi sensible que lors d'une exploitation par remorqueurs à vapeur et, enfin, que la durée du passage aux écluses est réduite ;

2° La diminution des frais de traction, lorsque le trafic croît, à cause d'une meilleure utilisation des parties fixes du mode de traction, dont le coût reste à peu près le même, quelle que soit l'importance du trafic ;

3° La réduction des frais d'entretien du canal, par suite de la suppression de l'action affouillante et érosive des hélices et aubes de bateaux.

Comme désavantage du halage électrique, il y a lieu de citer, en revanche, l'importance des frais de traction lorsque le trafic n'est pas intense, étant donné qu'aussi longtemps que ce mode de traction ne dessert pas un trafic d'un certain tonnage, c'est l'exploitation par remorqueurs à vapeur qui est moins onéreuse.

Tous les autres inconvénients signalés en défaveur du système sont considérés par le rapporteur comme étant sans importance ou comme pouvant être évités par des moyens appropriés. Il mentionne sous ce rapport :

1° Les difficultés des opérations de chargement et de déchargement dans les bassins de canaux formés par un élargissement du profil du canal.

Cet inconvénient peut être suffisamment prévenu dans la plupart des cas, au moyen de grues de construction spéciale, permettant le passage des locomotives en fonction, et par la fixation de taxes de grues réduites en conséquence.

Dans de rares cas, il faudrait avoir recours à une surélévation par supports de la ligne de halage, telle qu'elle a été exécutée pour d'autres motifs au canal de Teltow.

2° La nécessité de remplacer le halage par locomotives par un service de remorqueurs à vapeur dans tous les ports intérieurs.

Cet inconvénient est peu conséquent, le service d'ordre et d'arrangement devant être effectué en tout cas, dans ces ports, par des remorqueurs à vapeur spéciaux. En connexion avec le halage électrique, on pourrait faire usage, à cet effet, de canots avec accumulateurs électriques.

Des considérations qui précèdent, le rapporteur conclut *que le mode de traction par locomotives électriques de types ayant fait leurs preuves, en lieu et place de remorqueurs à vapeur, ne peut, en général, présenter que des avantages pour l'exploitation du canal, si les conditions ci-après sont remplies :*

1° L'exploitation de la traction doit être pratiquée en totalité sur le canal par un service organisé à l'électricité ;

2° La capacité de transport des embarcations halées doit avoir une importance en rapport avec la puissance de l'installation relative aux moyens de traction, afin de réaliser des frais de traction moins élevés que ceux que donne l'exploitation par remorqueurs à vapeur.

Comme suite à ces dernières conditions, le rapporteur a ensuite examiné quelle devait être l'importance du trafic commandée par une exploitation par halage électrique. Ses indications coïncident avec celles qui ont été produites dans le premier rapport (1).

Le rapporteur a encore émis l'avis que l'importance du trafic exigée pour le halage électrique par le système appliqué au canal de Teltow, serait atteinte sur tous les canaux principaux des pays de l'Association quelques années après leur mise en exploitation. Il n'y aurait donc pas lieu de prendre en considération l'introduction, même à titre provisoire jusqu'à production d'une intensité de trafic suffisante, d'un service par remorqueurs.

Quant au choix à faire entre les divers modes de halage électrique, ce rapporteur trouve, d'accord avec le premier, que seuls les systèmes Siemens-Schuckert et Gérard-Clarke méritent d'être pris en considération, et qu'il serait désirable que les dispositions à prendre par les gouvernements intéressés à la construction des canaux, puissent permettre, encore avant la mise en exploitation des nouveaux canaux, de se prononcer sur le système à adopter.

(1) Voir p. 17.

Le résultat des études faites par le rapporteur au sujet du mode de traction a été exprimé comme suit :

« Sur la base des expériences du canal de Teltow, il y aura lieu d'adopter, comme mode de traction sur les nouveaux canaux, le *halage par locomotives électriques*.

» Les largeurs usuelles données en plan au chemin de halage suffiront pour établir à l'avenir également des systèmes de traction de ce genre. »

3. Les délibérations du Comité.

A. *Le mode de traction approprié aux canaux.*

Les deux rapports ont été heureusement complétés, en ce qui concerne les frais de traction dans le cas de l'introduction du halage électrique, par les communications faites par un membre du Comité chargé des études préliminaires à ce sujet pour le canal du Rhin à Hanovre ; ce membre fit connaître ce qui suit :

Les frais de traction prévus ont été évalués en se basant sur des projets très documentés élaborés par les usines Siemens-Schuckert en communauté avec le gouvernement de Prusse ; les frais d'établissement et d'exploitation, y compris le montant des intérêts, de l'amortissement du capital, du renouvellement et de l'entretien, ont été calculés avec précision, et la question du personnel, notamment, a été l'objet d'une étude approfondie. Quoique ces évaluations ne soient pas confirmées par des chiffres de la pratique, elles doivent cependant inspirer confiance quant à leur exactitude et à leur certitude. Il est particulièrement à remarquer que le capital d'établissement représente le montant pour lequel les usines Siemens-Schuckert s'engagent à entreprendre le travail.

L'orateur fait connaître que l'on a envisagé pour le trafic un trafic soi-disant initial et un trafic intense, et que l'on est arrivé ainsi à diviser les parcours comme suit :

Du Rhin à la Herne	39 kilomètres
De la Herne à Bevergern . .	102 »
De Bevergern à Hanovre . .	165 »

Les taux communiqués par l'orateur pour les frais de traction sur ces parcours, basés sur l'importance diverse du trafic, et un

exemple de la façon dont se décomposent ces frais d'exploitation sont renseignés aux tableaux suivants :

Frais de traction par tonne-kilomètre :

A. Trafic initial :

Parcours du Rhin à la Herne par année . . .	4,000,000 t. : 0,30 Pf.
Parcours de la Herne à Bevergern par année. .	4,000,000 t. : 0,24 »
Parcours de Bevergern à Hanovre par année. .	3,000,000 t. : 0,28 »
Pour tout le parcours du Rhin à Hanovre . . .	0,27 Pf.

B. Trafic intense :

Parcours du Rhin à la Herne par année . . .	10,000,000 t. : 0,49 Pf.
Parcours de la Herne à Bevergern par année. .	10,000,000 t. : 0,15 »
Parcours de Bevergern à Hanovre par année. .	6,000,000 t. : 0,20 »
Pour tout le parcours du Rhin à Hanovre . . .	0,18 Pf.

Montants détaillés par année pour l'évaluation des frais de traction sur le parcours du Rhin à la Herne :

	4,000,000 t.	10,000,000 t.
	Mars	Mars
Intérêts à 3 1/2 % et amortissement du capital	123,200	149,100
Renouvellement et entretien	175,000	219,000
Rétributions et salaires	126,000	239,400
Consommation de matériel	7,150	17,875
Consommation d'énergie.	20,410	51,025
Divers	23,240	43,600
Totaux.	475,000	720,000

Puis l'orateur s'est servi de l'exemple produit pour le parcours du Rhin à la Herne pour montrer l'influence qu'aurait sur les sommes détaillées dont se composent les frais de traction, l'augmentation du trafic :

Pour le montant des intérêts et de l'amortissement du capital, la différence est petite entre celui du trafic initial et celui qui se rapporte au trafic intense. La raison en est que l'installation de la voie est la même et que l'accroissement du trafic

conduit seulement à une augmentation du nombre des locomotives et, en petite proportion, également à une augmentation de la canalisation. Les dépenses relatives au renouvellement et à l'entretien accusent également une légère différence entre eux. Mais, par contre, les rétributions passent, dans le cas du trafic intense, de 126,000 marcs à 239,400 marcs ; leur valeur atteint donc ainsi le tiers de la dépense totale. Quant à l'énergie consommée, son coût ne joue, dans les deux cas considérés pour l'intensité du trafic, qu'un rôle secondaire, qui, même lors du trafic intense, n'intervient qu'à raison de 6 à 7 % de la dépense totale de l'exploitation.

Les rapporteurs concluent tous deux, abstraction faite de la question relative à la tolérance des bateaux naviguant isolément, en faveur de l'adoption du halage électrique sur les canaux très fréquentés et la recommandent fermement.

En revanche, un représentant de l'inspection royale générale hongroise des chemins de fer et de la navigation a cité comme un exemple d'organisation de service par remorqueurs celui qui existe sur le Franzen-Kanal en Hongrie :

Ce canal est de construction ancienne et a déjà été livré à l'exploitation en 1802. Il a une largeur au plafond de 11 m. 40 et un mouillage de 2 m. 20. Les bateaux fréquentant le canal ont jusque 60 mètres de longueur, 8 mètres de largeur et un tirant d'eau de 1 m. 90 à 2 mètres.

Les remorqueurs employés au service de la traction sont des vapeurs à hélice, pareils à ceux que l'on rencontre sur le Danube et que l'on a adoptés pour le service du canal, tout d'abord à titre d'essai. Leur tirant d'eau atteint de 1 m. 50 à 1 m. 60 ; il reste donc, en chiffres ronds, un espace libre de 0 m. 60 entre la quille et le plafond du canal. Les trains remorqués se composent de trois ou quatre bateaux. Vu la longueur des trains de bateaux, leur vitesse de marche ne dépasse pas 5 kilomètres à l'heure. Le service du remorquage se pratique sans entraves et, ainsi que l'a confirmé l'expérience, il n'occasionne pas de dégradations aux revêtements des rives du canal.

Le premier rapporteur avait également trouvé, dans les conditions normales qu'il avait supposées pour le service de la remorque à l'aide de vapeurs à hélice, qu'une vitesse de marche

de 5 kilomètres à l'heure pouvait être sans danger pour le profil du canal (1).

Cette interprétation a été vivement combattue de diverses parts. On fit observer qu'il y avait lieu d'envisager, pour les remorqueurs à vapeur, deux sortes d'actions qui dégradent les rives du canal, à savoir, tout d'abord la lame qui se forme à l'avant, et ensuite l'influence du courant de retour produit par l'hélice, qui agit en premier lieu sur le plafond du canal.

En ce qui concerne les effets de la lame d'avant, les expériences auraient montré sur le canal de Teltow que, lorsque la traction s'exerce à partir de la rive, les bateaux ordinaires, dont la section est plus ou moins ample, produisaient une lame d'avant à peine perceptible lors de vitesses atteignant 7 kilomètres à l'heure.

Mais si la remorque se pratique à l'aide de vapeurs, la lame d'avant existe toujours. Son importance est déjà notable pour une vitesse de 5 kilomètres, et elle augmente avec celle-ci.

La lame d'avant est, dans le cas des remorqueurs à vapeur, une conséquence de la bonne conformation du bateau, étant donné que l'eau, pour obtenir une résistance minima au mouvement, est refoulée progressivement et, par suite, elle subit aussi une accélération, puis une diminution progressive dans son mouvement, ce qui donne naissance à la lame. Dans le cas des bateaux remorqués, au contraire, à section plus ou moins ample, l'eau n'est pas déplacée suivant une loi donnée, mais repoussée, ce qui ne fait pas naître une lame proprement dite, mais un remous, dont l'action ne se prolonge pas jusqu'aux rives.

Quant à l'influence destructive de l'eau remuée par l'hélice, elle serait, de l'avis des premiers rapporteurs, suffisamment atténuée par l'adoption d'une forme parabolique pour le profil du canal, dont le mouillage serait de 3 mètres dans l'axe (2).

Mais, à ce sujet, on rappela qu'il était des plus difficile, pour les vitesses de marche relativement réduites usitées sur les canaux, de construire des hélices de bateau d'un bon effet utile. Et un mauvais rendement équivaut à une perte élevée, c'est-à-dire, dans le cas des hélices de bateaux, à des produc-

(1) Voir p. 16.

(2) Voir pp. 14, 15 et 16.

tions de remous et à des mouvements d'eau qui agissent sur le plafond.

L'attention a, de plus, été attirée sur le fait que le danger de voir dégrader les rives et le plafond par les remorqueurs à vapeur est plus grand encore lorsque ceux-ci accélèrent leur marche pour se devancer, et lors de virages, de même que lorsqu'ils accostent et qu'ils démarrent, qu'en marche courante.

Quoiqu'il ait été reconnu, presque à l'unanimité, par l'assemblée, que le halage électrique l'emportait au point de vue technique de l'exploitation et au point de vue économique sur l'exploitation par remorqueurs à vapeur, elle a renoncé, cependant, dans sa conclusion (1) à recommander le premier système de traction sans restrictions.

Le délégué du ministère royal des travaux publics de Prusse a trouvé que ce serait aller trop loin que de décider que la traction ne devait s'exercer qu'à partir de la rive. Il fit remarquer, à ce sujet, que, pour le canal du Rhin à Hanovre, l'organisation uniforme d'un système de traction à partir de la rive n'était nullement justifiée. De sérieuses objections empêcheraient, précisément pour la section du Rhin à la Herne, l'introduction du halage électrique :

Pour un système de traction pratiqué à partir de la rive, le trafic qui s'exerce le long de la voie navigable et celui des transbordements qui s'effectuent transversalement à celle-ci devraient être mis en concordance, et les opérations du dernier genre pourraient devenir tellement actives sur le tronçon du canal du Rhin à la Herne, que le trafic courant pourrait avoir à en souffrir. Si l'on voulait dégager le chemin de halage pour les opérations de transbordement le long de la rive et si l'on désirait, de plus, organiser une exploitation de halage indépendante de ces opérations, la conséquence naturelle qui en résulterait serait de surélever le dispositif du système de traction. Mais la surélévation du système de traction peut avoir des suites très fâcheuses, par exemple si la voie devait être conduite au-dessus de déchargeurs à charbon ou d'élévateurs à grains. Les composantes normales à l'effort de traction pourraient, dans ce cas, acquérir une intensité telle, que la traction devienne impossible.

Pour le canal du Rhin à la Herne, ces considérations pour-

(1) Voir p. 38.

raient conduire, eu égard aux conditions du trafic transversal par rapport au trafic longitudinal du canal, à l'obligation de recourir à un service de remorque par eau.

Au surplus, pour le remorquage par eau, les frais ne seraient pas élevés outre mesure, si le service était bien conditionné. Il ne serait pas impossible non plus de recourir à l'électricité pour la remorque sur eau, où cette énergie pourrait être utilisée à l'instar de ce qui se fait pour les tramways.

D'autres orateurs reconnurent également qu'il n'était pas possible d'exclure en principe sur les nouveaux canaux le service du remorquage, mais qu'il fallait y renoncer autant que possible, au point de vue de l'organisation de l'exploitation et de la conservation du profil du canal, étant donné que la traction électrique exercée à partir du chemin de halage, notamment lorsque le trafic est intense, constitue le moyen le plus économique.

Il fut rappelé également, à ce sujet, que, sur le canal de Teltow, le service du halage électrique n'était pas continu sur tout le développement de la voie navigable, et qu'ici aussi, et exclusivement pour des motifs d'économie rurale, on a organisé sur deux tronçons de la voie des services par remorqueurs. L'organisation éventuelle d'un service de remorqueurs sur le tronçon du canal du Rhin à la Herne devrait être considérée, comme au canal de Teltow, comme une exception, qui ne devrait pas empêcher, eu égard au trafic international en transit auquel il y a lieu de s'attendre en règle générale, de décider que la traction électrique exercée à partir de la rive constitue le mode de traction le mieux approprié aux nouveaux canaux.

L'on a combattu, en outre, l'avis émis par le délégué du gouvernement de Prusse au sujet de la nécessité, dans certains cas, pour satisfaire aux exigences des transbordements qui s'effectuent transversalement à la voie navigable, de surélever, lors du halage électrique, la ligne de traction, et l'on a cité, à l'appui de l'opinion contraire, l'exemple du canal de Teltow, sur lequel il y a lieu de s'attendre également à l'avenir à une grande intensité des opérations de chargement et de déchargement tout le long de la voie navigable.

Les communications suivantes ont été faites par le constructeur de ce canal au sujet des dispositions prévues pour permettre les opérations de transbordement des marchandises et

l'organisation du régime de la propriété lorsqu'une industrie vient à s'y fixer :

L'industrie dispose de deux moyens pour s'y établir et pour avoir ses propres emplacements d'accostage : on peut, soit augmenter la section du canal d'une largeur de bateau, soit embrancher des bassins sur le plafond du canal ; dans ce dernier cas, le chemin de halage doit passer par l'entrée du bassin. C'est ce qui a été réalisé au canal de Teltow pour une partie des ports publics et des ports privés. Quoique la montée occasionnée par l'établissement de ponts en rampes nuise, jusqu'à un certain point, au profil en long de la voie de halage, la traction des bateaux s'en trouverait cependant améliorée, par suite, précisément, de cette surélévation de la ligne de halage. Les opérations de chargement et de déchargement, ainsi que le régime de la propriété ont été réglés exactement de la même façon que sur des canaux avec installations analogues, non pourvus d'un système de halage électrique.

Un autre moyen de créer des points d'accostage pour bateaux consiste à élargir le canal. Ce travail s'effectue au compte des intéressés. Mais la propriété du profil élargi du canal, auquel appartient également le chemin de halage déplacé, passe aux mains de l'administration du canal. Le talus qui s'élève au delà du chemin de halage appartient, le long du canal de Teltow, soit aux riverains, soit à l'administration du canal ; mais, pour celle-ci, cette propriété ne constitue qu'une charge.

Le passage de la flèche au-dessus des bateaux amarrés au rivage se fait sans difficultés, en adaptant un mât de halage à la machine. Les opérations de transbordement n'éprouvent pas non plus la moindre entrave du fait du halage électrique, qu'elles soient d'ailleurs effectuées à bras ou au moyen de grues. C'est pour l'emploi de tels engins que l'on a construit au canal de Teltow des types de grues de hauteur des plus variées, et nulle part l'on n'a rencontré de difficultés.

Les installations de port et de grues qui existent au canal de Teltow démontrent suffisamment que le halage électrique n'apporte pas la moindre entrave aux opérations de chargement et de déchargement et ne cause pas de préjudice au développement de l'industrie le long de la voie navigable.

B. *Les systèmes de halage.*

Au cours de ses délibérations, le Comité s'est encore occupé des systèmes mêmes de halage. Il s'est rallié avec les rapporteurs (1) à l'avis qu'il n'y avait lieu d'envisager que le système appliqué au canal de Teltow (Siemens-Schuckert) et le système Gérard-Clarke.

Une comparaison objective entre ces deux systèmes ne parut toutefois pas possible au Comité, les expériences manquant encore au sujet du système Gérard-Clarke. Il fut donc estimé qu'il était désirable qu'un certain parcours fut équipé à titre d'essai avec ce système. Mais l'on fut d'accord pour faire abstraction du système dans le prononcé de la résolution (2), étant donné que, si le chemin de halage ferme est abandonné et que des voies de halage surélevées sont établies, cette innovation peut encore donner lieu à des perfectionnements dans la suite.

Disons encore, au sujet des diverses opinions émises sur les deux systèmes, que les orateurs ont été unanimes à trouver que l'adoption d'un tambour à treuil, qui fait défaut dans le système Gérard-Clarke, était une nécessité indispensable de tout système de halage électrique. Le manque, dans le système Gérard-Clarke, d'un dispositif de relevage du câble a également été signalé comme étant un inconvénient, la surélévation nécessitée de ce fait pour la voie de halage au droit des quais d'embarquement et de débarquement et aux points d'accostage entraînant une majoration élevée des frais d'installation.

L'on a encore signalé, en faveur du système Siemens-Schuckert que sa ligne à double rail pouvait être utilisée, en hiver, lorsque le canal est gelé, comme voie de transport de matériaux destinés à la consolidation des rives. Elle pourrait même être utilisée, dans des limites restreintes, au transport de marchandises. Ce point aurait une importance spéciale pour un canal touchant à des bassins de rivières qui, en temps de gelée, restent, suivant les circonstances, plus longtemps libres que le canal même.

(1) Voir pp. 19 et 24.

(2) Voir p. 38.

c. *La question de la tolérance des bateaux munis de leur moteur dans le cas de l'introduction d'un mode de traction à exercer à partir de la rive.*

Au cours de ses séances, le Comité a abordé plusieurs fois la question des bateaux marchant isolément, c'est-à-dire des bateaux marchands mus par leur propre force motrice, et il a signalé l'importance prise par le développement des embarcations de l'espèce sur le Rhin et sur les voies navigables de la Mark, c'est-à-dire sur les voies navigables qui environnent Berlin. On avait demandé de diverses parts que les dispositions et règlements d'exploitation futurs des voies navigables ne portent pas préjudice au libre développement des bateaux munis de leur moteur.

Les deux rapporteurs, tout en estimant dans leur exposé que la traction électrique à partir de la rive constituait le meilleur mode d'exploitation pour les futurs canaux à créer, exprimèrent l'avis qu'il fallait tolérer en même temps le trafic des bateaux marchant isolément. L'assemblée a donc également examiné la question de savoir *si et dans quelle mesure il serait possible, en appliquant un mode de traction à exercer à partir de la rive, de laisser simultanément naviguer des bateaux portant leur propre moteur.*

Lors des discussions qui eurent lieu à ce sujet, la déclaration faite par l'un des rapporteurs, que l'on pouvait, sans danger pour le plafond et les talus, permettre pour le parcours des bateaux isolés une vitesse de 6 kilom. 3 par heure, fut combattue (1).

L'on reconnut, il est vrai, que, contrairement à ce qui se passe pour les remorqueurs à vapeur, dans le cas de bateaux marchant isolément et ayant la conformation des bateaux remorqués, il ne se formerait pas, à une telle vitesse, de lame d'avant nuisible. Le trafic au moyen de bateaux marchant isolément ne fut pas apprécié, toutefois, d'une façon plus favorable qu'un service de remorquage (2). La tolérance d'une plus grande vitesse pour les bateaux isolés que pour les trains halés, entraî-

(1) Voir p. 18.

(2) Voir p. 28.

nant la faculté de pouvoir dépasser ainsi ces derniers, parut du reste déjà inadmissible, de par le fait que l'on s'expose à voir occuper par trois bateaux un profil de canal destiné à deux embarcations seulement.

Ces discussions firent naître la conviction que les bateaux avec moteur, s'ils étaient tolérés sur les canaux, devraient être soumis, de la part des autorités, à une surveillance rigoureuse en ce qui concerne leur vitesse et la conformation de leurs hélices. Un membre alla même jusqu'à proposer qu'un pilote fût imposé aux bateaux avec moteur, estimant que ce serait là le seul moyen de garantir que la vitesse prescrite fût observée.

Un autre avis, émis par une personnalité attachée aux services de la navigation sur l'Elbe, ne fut pas partagé par l'assemblée ; ce membre estimait que les embarcations munies de leur moteur étaient les bateaux de l'avenir et voyait en eux une importante amélioration des conditions de la navigation intérieure comparativement aux trains remorqués d'allure lente et lourde.

Le directeur d'un chantier naval fit entendre, au contraire, que les bateaux avec moteurs ne parviendraient pas à se maintenir, en présence des avantages considérables qu'offrait pour les bateaux la traction exercée à partir de la rive, étant donné que ces bateaux, avec leur installation de machines, et surtout lorsque celles-ci doivent être assez puissantes pour pouvoir fréquenter également les cours d'eau libres, entraînent avec eux un poids mort disproportionné et désavantageux.

Cette façon de voir fut appuyée par d'autres membres, qui trouvaient qu'un moteur économique, à l'usage de bateaux, devait encore être inventé. Il n'est possible, en effet, d'utiliser pour des embarcations que des engins mécaniques de construction simple ; des moteurs semblables à ceux des automobiles exigent un entretien convenable et n'y sont donc pas d'application.

On a encore invoqué comme circonstances défavorables à l'admission de bateaux avec moteurs, que les armateurs devaient engager au minimum par mètre cube de capacité du bateau un capital d'établissement double de celui qui serait nécessaire dans le cas où l'Etat leur fournirait la force de traction. L'on ne s'expose, en outre, dans ce dernier cas, à aucun risque technique. Les divers points de vue considérés ci-dessus et le fait que le personnel des mécaniciens est voué à l'inaction durant

les opérations de chargement et de déchargement, conduiraient, si les bateaux remorqués étaient remplacés par des bateaux à moteur, à la nécessité de n'effectuer les opérations de transbordement que sur quelques points déterminés du canal, et à faire, en ces points, des installations de port et de grues, afin de réduire la durée de l'accostage. Mais cette façon de procéder renchérirait les conditions d'exploitation de la navigation intérieure.

La généralité des membres du Comité estima qu'il n'y avait lieu d'accorder quelque importance aux bateaux avec moteur que dans des cas exceptionnels, par exemple, lorsqu'il s'agit d'un service permanent, s'exerçant entre deux points donnés, où les bateaux peuvent être lestement déchargés et rechargés.

Cette dernière considération, et le fait que les bateaux à moteur sont des embarcations déjà introduites sur les voies navigables et qu'il serait trop dur que d'exclure des nouveaux canaux cette catégorie de bateaux, ont conduit le Comité à se prononcer (1) en faveur d'une tolérance conditionnée des bateaux avec moteur en même temps que la traction des bateaux exercée à partir de la rive. L'on a aussi pensé contenter ainsi tous ceux qui, dans l'introduction obligatoire du halage électrique, entrevoient une nouvelle impulsion au développement des progrès à réaliser dans le domaine des moteurs pour bateaux et dans la construction des embarcations.

D. Y a-t-il lieu de tenir compte de la résistance des bateaux dans la fixation des tarifs de remorque ?

Le premier rapporteur avait proposé (2) dans son exposé, afin de donner une impulsion aux progrès à accomplir dans la construction des bateaux, de faire entrer en ligne de compte la résistance des bateaux dans l'évaluation des taxes de remorque. Il estimait que ce ne serait que de cette façon, en faisant payer le supplément du travail exigé par la remorque de bateaux mal conditionnés, qu'il était possible d'écarter des voies navigables intérieures les embarcations à ranger dans

(1) Voir p. 38.

(2) Voir p. 15.

cette catégorie et à arriver, par exemple, à la substitution si recommandable de bateaux en fer à ceux en bois.

La justification et l'efficacité de cette mesure furent reconnues d'une façon générale. On a, en effet, trouvé que c'était précisément lors d'une exploitation par monopole qu'il y avait du danger à ne pas prendre en considération la conformation des bateaux, et que les trafiquants s'efforceraient simplement de construire des embarcations peu coûteuses, si les tarifs devaient uniquement être fixés d'après le poids de la charge utile.

On a fait remarquer aussi que la tendance à faire valoir la résistance du bateau dans la détermination des taxes de remorque remontait à plus de vingt ans ; qu'au surplus, il avait déjà été établi par des essais, il y a une dizaine d'années, que des bateaux en fer présentaient, comparativement à des bateaux en bois de même forme et de mêmes dimensions, une résistance moindre de 40 à 60 % que celle de ces derniers.

On fit encore remarquer que, pour le Danube, les tarifs de remorque prévoient déjà des taxes différentes pour les embarcations en bois et pour celles en fer. Le montant de la différence est, tant dans les tarifs de la Société danubienne de navigation à vapeur que dans ceux de la Société de navigation fluviale et maritime hongroise, de 15 à 20 % pour un même tonnage des bateaux en fer et des bateaux en bois.

Mais cette seule distinction entre les types de bateaux ne fut pas jugée suffisante pour les canaux futurs, qui, par suite du trafic en transit, seront parcourus, selon les prévisions, par des types de bateaux des plus variés. On a fait remarquer, au surplus, que la résistance des bateaux dépendait de l'âge de l'embarcation, de la fréquence des parcours qu'ils effectuent et des canaux qu'ils fréquentent ; de la présence d'un courant et du sens de la marche ; que, de plus, les conditions de la voie navigable devaient également être envisagées et que l'idéal qui serait à désirer ne pouvait guère être atteint en mesurant directement, dans chaque cas, la résistance qui se produit, et en la fixant par procès-verbal. Cela reviendrait, en principe, à intercaler dans la flèche de traction un dynamomètre enregistrant la résistance au mouvement.

On a objecté, à ce sujet, que la résistance du bateau, et le dynamomètre aussi, par conséquent, variaient beaucoup et que la fixation de la moyenne donnerait lieu, dans ces conditions, à des désaccords continus.

Il fut encore proposé de construire, lors de l'apparition d'un nouveau bateau, un modèle, et de déterminer, d'après celui-ci et pour les diverses circonstances, la résistance du bateau.

Au surplus, on a encore proposé, conformément à ce qui se passe pour les bâtiments, de rendre obligatoire la présentation des dessins de construction des bateaux et leur acceptation par les autorités, et demandé que toute embarcation soit, en outre, examinée et soumise à des épreuves officielles avant d'être admise sur des voies navigables publiques.

Finalement, la proposition fut encore faite de laisser construire les bateaux à volonté, mais de classer les nouvelles embarcations d'après leur plans, qui seraient soumis à l'examen des autorités.

Ces propositions donnèrent lieu également à des objections. Premièrement, il fut signalé qu'une exception devrait être faite pour les bateaux existants, quant à l'application des mesures à prendre. Ensuite, celles-ci contrarieraient beaucoup les constructeurs de bateaux. Il serait peu aisé, au surplus, de désigner les autorités compétentes, qui seraient chargées d'entreprendre ces vérifications dans les divers bassins des cours d'eau.

D'une façon générale, il a été objecté contre la prise en considération de la résistance de l'embarcation dans la fixation des tarifs que, dans le cas d'une exploitation par halage électrique, cette question était, pour le moment, d'une importance secondaire, une résistance plus élevée ne pouvant se manifester que sous la forme d'une plus grande consommation d'énergie, dont le taux ne dépasserait toutefois que de 4 à 7 % les frais totaux de remorque.

On attira, de plus, l'attention sur le fait qu'au point de vue économique, les tendances à utiliser, d'une part, pleinement toute la section du canal, et à vouloir réduire, d'autre part, la force de traction, marchaient à l'encontre l'une de l'autre. Il faudrait tenir compte aussi, dans ce cas, de la détermination difficile de l'influence exercée par le mode de construction du bateau sur le développement de la lame d'avant et, par suite, sur les frais d'entretien du canal.

Ces discussions portèrent le Comité à renoncer à formuler des propositions catégoriques en ce qui concerne la prise en considération de la résistance du bateau dans la détermination

des tarifs de remorque et à recommander que l'étude de cette question fût poursuivie.

4. Résultat final des délibérations au sujet du mode de traction sur les nouveaux canaux.

Le résultat final des délibérations du Comité sur le mode de traction à appliquer sur les nouveaux canaux a été résumé en trois résolutions, qui ont été votées à l'unanimité des membres, exception faite pour la première, contre laquelle il a été voté par l'un des membres.

Ces résolutions ont été formulées comme suit :

1° **La traction électrique exercée à partir de la rive constitue le moyen le plus approprié à l'utilisation économique des canaux. La remorque effectuée par eau ne peut être prise en considération que dans des cas spéciaux ;**

2° **Le trafic des bateaux munis de leur moteur ne doit pas être exclu, en tant que ces embarcations observent les conditions prescrites pour l'exploitation et pour l'entretien des canaux ;**

3° **Il y a lieu d'examiner, si lors de la fixation des tarifs de traction, il convient de tenir compte de la résistance des bateaux.**

Le Rapporteur,
CHRISTIAN HAVESTADT.
D'-Ingénieur, à Berlin.

DÉSIGNATION DES PARTICIPANTS

aux délibérations du Comité sur le monopole de traction et le mode de traction approprié aux canaux.

Délégués des Gouvernements :

1. Du Ministère royal des Travaux publics de Prusse :
M. HERMANN, Oberbaurat à Essen-sur-la-Ruhr ;
M. HAMEL, Oberbaurat et directeur de travaux hydrauliques à Breslau.
2. Du Ministère royal des Finances de Saxe :
M. SCHMIDT, Oberbaurat à Dresde.
3. Du Ministère impérial et royal du Commerce d'Autriche :
M. MRASICK, K. K. Hofrat, directeur à la Direction impériale et royale pour la construction de voies navigables à Vienne ;
M. SCHROMM, K. K. Hofrat et inspecteur de navigation, délégué également par le Ministère impérial et royal de l'Agriculture à Vienne.
4. Du Ministère royal de l'Agriculture de Hongrie :
M. LÉOPOLD FARAGÓ, K. Sektionsrat à Budapest.
5. De l'Inspection royale générale des Chemins de fer et de la Navigation de Hongrie :
M. K. VON KENESSEY, K. Ministerial-Sektionsrat, chef de division ;
M. E. VAZSÓNYI, commissaire royal à l'Inspection générale.

Membres du Comité :

I. — En qualité de délégués de l'Association centrale pour favoriser la navigation sur les cours d'eau et canaux allemands, à Berlin :

1. M. le Professeur ENGELS, Geheimer Hofrat, à Dresde ;
2. M. HAVESTADT, Geheimer Baurat, à Berlin-Wilmersdorf ;

3. M. HINDENBERG, Syndic de la Chambre de commerce, à Minden ;
4. M. C. KÖTTGEN, Directeur des Etablissements Siemens-Schuckert, à Berlin ;
5. M. ALBERT RICHOWSKI, Directeur de Société d'armateurs, à Breslau ;
6. M. D. TEUBERT, Ober- und Geheimer Baurat, à Potsdam ;
7. M. G. TONNE, Conseiller de commerce, à Magdebourg.

II. — En qualité de délégués de l'Association centrale pour favoriser la navigation sur les cours d'eau et canaux d'Autriche, anciennement Association danubienne, à Vienne :

1. M. le D^r GRÆTZ, Rédacteur de la Chambre de commerce et d'industrie, à Vienne ;
2. M. G. HOESELMAYER, ingénieur en chef, à Dresde ;
3. M. KUHN, K. K. Oberbaurat, à Vienne ;
4. M. le professeur A. OELWEIN, K. K. Hofrat, à Vienne ;
5. M. le D^r VICTOR RUSS, arbitre de l'Association de l'Elbe et délégué de la Chambre de commerce et d'industrie, à Reichenberg-Vienne ;
6. M. VON SCHNELLER, K. K. Baurat, à Vienne ;
7. M. le D^r techn. V. SCHÖNBACH, K. K. Oberbaurat, directeur de la société par actions de machines anciennement Breitfeld, Danèk et Cie, à Prague ;
8. M. WINDS, conseiller de la Chambre de commerce, délégué de la Chambre de commerce et d'industrie, à Vienne.

III. — En qualité de délégué de l'Association hongroise de navigation de Budapest :

1. M. le professeur ALADAR S. KOVACS, à Budapest ;
2. M. ERNST MACHER, ingénieur en chef royal, à Budapest.

IV. — En qualité de délégué de l'Association pour favoriser la navigation sur les cours d'eau et canaux en Bavière, à Nuremberg :

M. K. G. STELLER, secrétaire général, à Nuremberg.

Priront encore part aux séances :

En qualité de délégué du Comité de l'association germano-austro-hongroise de navigation intérieure, à Berlin :

M. RAGÔCZY, secrétaire général, à Berlin.

En qualité de secrétaire :

M. le D^r Ing. HAVESTADT, Regierungs-Bauführer, à Berlin-Wilmersdorf.

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION

OF

NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

I. Section : Inland Navigation

2. Question

STUDY

OF THE

economical and technical conditions of the working arrangements and mechanical traction of boats on rivers, canals, and lakes, and of the regulations necessary for this purpose. Monopoly of traction.

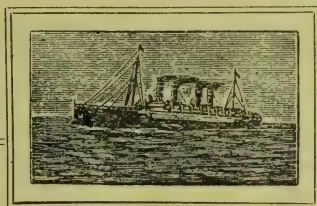
REPORT

BY

J. A. SANER

Engineer to Weaver Navigation Trusters.

NAVIGARE



NECESSE

BRUSSELS

PRINTING OFFICE OF THE PUBLIC WORKS (CO, LTD.)

169, rue de Flandre, 169

STUDY

OF THE

Economical and technical conditions of the working arrangements and mechanical traction of boats on rivers, canals, and lakes, and of the regulations necessary for this purpose.

MONOPOLY OF TRACTION

The above is a question which, in the Author's opinion, covers really three subjects, viz. *a)* Working arrangements ; *b)* Mechanical traction, and *c)* Monopoly of Traction. The first is certainly somewhat dependent on the last, but a treatise on the arguments for and against monopoly of traction might very well be written without much notice being taken of the working arrangements. The Author therefore proposes to deal with the question under these divided headings.

a) **Working arrangements.**

Working arrangements greatly depend on the particular form of traffic carried on the Canal or River ; in some instances large quantities of the same description of goods (e. g. coal and salt) are carried, and it is possible to tow several small vessels in train from one point to another without breaking bulk. A good example of this exists on the River Weaver in England, on which salt is conveyed from the works at Winsford, down the River to Liverpool, about 36 miles, where it is transferred by means of derricks, carried on the steamers themselves, to the Ocean steamers lying in the Mersey or in the Liverpool Docks.

The barges and River steamers, which carry up to 300 tons, are therefore loaded and sent down in trains of about 1,000 tons at a time in order to arrive at high tide. In this way all the traffic taking place within a few hours each day, the locks have to be large enough to accomodate as many as possible, in order to enable them to be passed down quickly. On the Weaver the locks will take a steamer and three barges, or say 1,000 tons at a time, and the progress is rapid. Then the returning vessels are generally empty, and have to be likewise accommodated, thus the arrangements are exceedingly simple and effective.

Again, on the Aire & Calder Navigation in England, which serves the district between Leeds & Wakefield and the port of Goole, the chief traffic is coal, which is taken down in long trains of compartment boats (Mr. Bartholemew's arrangement) and loaded into vessels in the Goole Docks. Here the exact time of the tide is not so important so long as sufficient coal can be conveyed to Goole to prevent the vessel being put on demurrage, but even in this case the locks must be large enough to accommodate long trains of compartment or box boats, otherwise considerable delay is occasioned by having to divide the train. These trains are made up of steel boxes of square section, carrying about 30 tons of coal each. As many as 20 to 25 are fastened together and towed by a tug. When they arrive at their destination they are picked up by hydraulic power, and their contents tipped into the steamer, in a similar manner to a coal wagon.

On the other hand, in Canals & Rivers where the traffic consists of numerous assortments of different kinds of goods, they can readily be carried in vessels of smaller dimensions, and these vessels can be grouped together or travel singly, and be dealt with as independent items as they arrive, some of the goods being transhipped direct to ocean-going vessels, and some being put into warehouse. There is little doubt that the larger the quantity of goods of the same description carried, the more economically can they be dealt with, and the merchants should, as far as possible, be encouraged to combine so as to get their goods sent in the largest possible quantities. This can only be done when the service is regular, and when they are assured of the delivery of the goods punctually, in accordance with a time table.

The argument is frequently put forward that the tendency of

modern commerce is towards retail trade, small orders often given by telephone requiring immediate delivery, but although this may sometimes be the case where, as in large cities, it is costly to have extensive warehouse accommodation, cannot be so when the present huge cargo steamers are waiting to be filled. Therefore any system of working arrangement must provide for the reasonably quick transit of large quantities of bulky articles being delivered alongside ship in such manner as to enable quick transshipment, and this can only be done either by having a large number of moveable shore cranes, or having suitable derricks fitted to the canal barges, and worked by the steam or other power, by means of which the barge is also propelled. Another and expeditious method is to divide the inland navigation barge into suitable portions, so as to enable each portion to be lifted out and emptied by means of suitable machinery, such as is described above. Good working arrangements should also provide for as few troublesome delays for the checking of bills of lading and other papers as is compatible with the due accuracy of the accounts and tolls etc. They should in addition provide telephonic or telegraphic communication between the different locks or other works, so that a minimum delay may be occasioned, and economical use made of the water and machinery.

The economical working of a navigation entirely depends on the manner in which the engineering details have originally been carried out, and on the length of navigation under one controlling body. The longer the length under central control the better for all parties, as changes of arrangement, changes of gauge, or changes of method all mean delay and trouble. If a navigation is controlled by a Company who are also engaged as carriers, it is necessary to have a commercial as well as a technical staff, but if the controlling Company only provide the waterway and charge a toll for the use thereof, there is no reason for a commercial staff, as there is nothing which cannot be done and done well by the technical staff itself, assisted by a few toll and accountancy clerks. Probably one of the chief causes of the neglect of the English waterways has been the number of very short lengths into which they are divided, and the necessity for a multiplicity of Directors and Officials, who have absorbed a large percentage of the profits, and prevented developments and amalgamations, without which no economy of working arran-

gement can be carried out, however well the engineering details have been designed.

b) **Mechanical traction.**

On this part of the subject the Author is somewhat at a disadvantage. The Canals in England are as a rule of such small capacity, and have so many locks at very short intervals that, with one or two exceptions, the whole of the hauling of the traffic is carried on by means of horses. He will, however, in the first place, generally state the important points to be considered in any system of haulage, and then give specific examples of economical towing, so far as it has been carried on in this Country.

In the first place it will be necessary to consider the different requirements which navigations have to meet. Nearly all waterways are intended to form means of communication from the Ports to inland towns. Some form through routes between two ports situated on opposite coasts of a country, some are merely a « cul-de-sac » leading from a port to an inland town or district, while some are altogether inland, or have their chief traffic between two districts which are entirely inland. Then again some have what is called bulk traffic which may be carried in large barges, while others have what may be termed retail traffic, carried in small barges and delivered in small quantities. Those which have their terminal or terminals at Ports may be divided into those serving a port or an estuary, such as Liverpool or Hull, and others serving a port lying on a river some considerable distance from the sea, such as Antwerp or Goole (Yorkshire). It is obvious that the means of haulage must be suited to the requirements of the particular canal, because an arrangement suitable for an inland port may be quite unsuitable for a port on a tidal estuary subject to rough seas. To give an example of the latter with which the author is well acquainted material brought from the English Pottery district of Staffordshire has at present to pass through no less than four different types of navigation. First the narrow Trent & Mersey Canal, suitable only for 25 ton boats, then the River Weaver, suitable for 300 ton barges, thirdly the Manchester Ship Canal suitable for ocean steamers, and too wide for towing from the

banks, and fourthly, the estuary of the Mersey, which is subject to storms, tides, and currents, and quite too wide for any arrangement requiring mechanical connection with the shore.

It will be seen therefore that for the lower portion of such a route, even in the case of the navigation being large enough to enable the same boat to traverse the whole length, the utmost flexibility of movement is necessary, and such is only obtained by the motive power being carried by the barge itself, or being provided by some tug or floating power capable of self-propulsion. In these circumstances, valuable space is lost if any superfluous gear suitable only for inland purposes has to be carried.

There can be little doubt that in the case of a long length of inland navigation, where the port for the ocean steamer is accessible without having to enter an estuary, and where all the traffic can be carried on at the same speed, and not require to overtake traffic in front, a mechanical motor on the shore would enable the actual towing to be done at a very small cost. It has however to be borne in mind that in all the systems so far brought out, there is the shore track to lay down and to maintain, so that not only has the canal to be kept in good order, but also a line of some form of railway, and in many cases where it is not possible to entirely do away with all other methods, the old towing path suitable for horses has still to be maintained. If towing is to be carried on in both directions at the same time, either the track must be double, or there must be frequent passing places, in order that there may not be undue delay. Probably it would be necessary to have a track on each side of the navigation, so that one could be used for up and one for down traffic. This again means increased cost of maintenance, and practically is a double line railway running alongside a canal.

On the other hand, barges towed from the shore do not create the disturbance of the water, or erode the banks so much as those fitted with self-propelling machinery, and it may therefore become a question which can only be settled by experience as to whether the cost of maintaining tractors on shore exceeds or otherwise the cost of strengthening and keeping in order the banks of the navigation. It must not, however, be forgotten that if the banks are properly protected in the first instance, no erosion need occur.

To give specific instances, in the Author's opinion, no possible form of towing from the shore could improve on the steam barges used on the Weaver Navigation. These barges not only carry 250 to 300 tons of cargo themselves but they tow two or three dumb barges of equal capacity. They can not only be moored and manipulated at any part of the navigation, but can proceed to Liverpool down the Mersey Estuary. They can be laid alongside any ship whether in or out of Dock, and can, by means of the steam derricks with which they are provided, load or discharge either their own or barges' cargo into other vessels, or at any point on the banks of the navigation. Again, on the Aire & Calder Navigation serving the coal district of South Yorkshire, a very economical arrangement is in constant use where a long train of boats, as mentioned in the first part of this communication, is towed by a steam tug to the Port of Goole. In this case a mechanical trailer running on the bank could very well be used over a great portion of the route, but it would be quite useless for marshalling the compartments, or for dealing with them at the docks, where they have to be guided on to the hydraulic apparatus in order to be lifted up and tipped into Ocean steamers.

One of the great disadvantages, in the Author's opinion, of such arrangements of tractive power as those necessitating mechanical locomotives on the shore, is that there can be no overtaking, and the merchant whose goods are in a hurry is obliged to fall in line with the other traffic, and cannot obtain acceleration.

The Author firmly believes that before long the internal combustion engine will be available for use on Canal barges.

c) **Monopoly of traction.**

This question again is one for which no exact rule can be laid down for all cases. It is quite evident that on a Canal where there is a steady traffic, it will be more economical to have a Corporation, either those owning the Canal, or others duly licensed, to conduct all towing. Towing machines, whether mechanically fixed on the bank, such as electric tractors, or independently floating on the Canal, such as steam or petroleum tugs, could be kept economically at work and fully loaded,

and would therefore be run for less money than in the case of a Canal where the traffic was intermittent or of small volume.

If, for instance, it was necessary for all the traffic to arrive at a certain Port or destination in time for the tide, a large fleet of tugs would be required, and in most cases would be idle a large part of the time, and the crews having nothing else to do, loss would be incurred by the Owners. On the other hand, if each Owner of a barge undertook his own towing, he would probably arrange for the crew to assist in the discharging or loading, and would thereby keep them fully occupied. When a monopoly existed, great care would be necessary to ensure fair treatment, and traders would have to fall in with, and make such arrangements as would provide for their traffic being ready at fixed times, whereas if they were provided with their own means of towing, they could make special effort occasionally to accelerate their traffic. This has been frequently done on the better class navigations in England, where, in the majority of cases, each carrier does his own towing.

To sum up this short communication, it is, in the Author's opinion, quite impossible to answer the questions involved without having a definite basis on which to work. Each navigation differs so much in its requirements and capacity that what is suitable for one may not be suitable for others, but it appears to him that working arrangements depend on local requirements. Mechanical traction depends on the capacity of the Canal and location of route, but in all cases must be of a most flexible and adaptable kind, and that monopoly of traction can only be justified when the interests of the traders can be studied before economy of motive power.

September 1907.

J.-A. SANER.



ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

DES

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{me} Congrès - Saint-Petersbourg - 1908

I. Section : Navigation intérieure

2. Question

Etude économique, technique et réglementaire
de l'exploitation et de la traction mécanique
des bateaux sur les fleuves, les canaux et
les lacs. Monopole de traction.

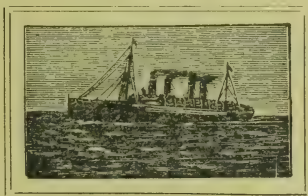
RAPPORT

PAR

J. A. SANER

Engineer to Weaver Navigation Trustees.

NAVIGARE



NECESSE

BRUXELLES

IMPRIMERIE DES TRAVAUX PUBLICS (SOCIÉTÉ ANONYME)

169, Rue de Flandre, 169

ÉTUDE

DES

Conditions économiques et techniques de l'exploitation et de la traction mécanique des bateaux sur les fleuves, canaux et lacs, ainsi que des règlements nécessaires à cet effet.

MONOPOLE DE TRACTION

La question ci-dessus, dans l'esprit de l'auteur, embrasse en réalité trois sujets, savoir : *a)* conditions d'exploitation ; *b)* traction mécanique, et *c)* monopole de traction. Le premier de ces sujets est certes quelque peu dépendant du dernier, mais on pourrait parfaitement bien écrire un traité sur les arguments pour et contre le monopole de traction sans guère tenir compte de l'organisation de l'exploitation. C'est pourquoi l'auteur se propose de traiter la question sous trois entêtes distincts.

a) Conditions d'exploitation

Le système d'exploitation dépend dans une large mesure du genre particulier de trafic rencontré sur le canal ou fleuve ; dans certains cas on transporte de grandes quantités de marchandises de même nature (p. ex. du sel et du charbon) et il est possible de halier un convoi de plusieurs petits bateaux d'un point à un autre sans rompre charge. Un bon exemple de cas semblable se présente pour le fleuve Weaver en Angleterre, sur lequel on transporte du sel depuis les usines à Winsford, en descente du fleuve, sur une distance d'environ 36 milles, jusque Liverpool, où il est transbordé sur les navires de mer mouillés dans la Mersey ou dans les docks de Liverpool, au moyen de derricks installés à bord des vapeurs fluviaux mêmes. Les chalands et

vapeurs fluviaux, qui transportent jusque 300 tonnes, sont pour ce motif chargés et expédiés en trains d'environ 1,000 tonnes, en temps voulu pour être à destination à l'heure de marée haute. De la sorte, tout le trafic s'effectuant chaque jour pendant quelques heures seulement, les écluses doivent être suffisamment spacieuses pour recevoir le plus grand nombre de bateaux possible, de manière que ceux-ci puissent être éclusés rapidement en descente. Sur le Weaver, les écluses peuvent admettre simultanément un vapeur et trois chalands, soit environ 1,000 tonnes, et ainsi le mouvement des bateaux s'effectue rapidement. D'autre part, les bateaux en remonte sont généralement légers, et naviguent dans les mêmes conditions que ci-dessus, de telle sorte que le système d'exploitation est excessivement simple et efficace.

Egalement dans le cas de la navigation sur l'Aire et le Calder, laquelle navigation dessert le district entre Leeds et Wakefield et le port de Goole, le trafic principal est celui des charbons, ceux-ci étant transportés en descente dans de longs convois de « bateaux-compartiments » (dispositif de M. Bartholemey) et chargés sur navire dans les docks de Goole. Ici l'heure exacte de la marée n'a pas une si grande importance, pour autant que du charbon peut être transporté à Goole en quantité suffisante pour exonérer le navire d'une indemnité de surestaries, mais même dans ce cas les écluses doivent être assez grandes pour pouvoir admettre de longs trains de bateaux-compartiments (*compartment or box boats*), sans quoi de grands retards résulteraient de la nécessité de sectionner le convoi. Les trains sont constitués de caisses en acier, de section carrée, contenant chacune environ 30 tonnes de charbon. On en attache ainsi à la file jusque 20 ou 25, et le convoi ainsi formé est entraîné par un remorqueur. Quand les caisses arrivent à destination, elles sont levées par force hydraulique, et leur contenu est culbuté dans le navire, d'une manière analogue à un wagon de charbon.

D'autre part, sur des canaux ou fleuves où le trafic consiste en multiples assortiments de diverses sortes de marchandises, celles-ci peuvent être facilement transportées dans des bateaux de plus petite dimension, et ces bateaux peuvent être réunis en groupes ou voyager séparément, et être traités à destination comme unités indépendantes, certaines des marchandises étant transbordées directement dans des navires de mer, et les autres mises en entrepôt. Il n'est point douteux que, plus la quantité

de marchandises de la même espèce transportée est grande, plus économiquement leur manutention pourra se faire, et les commerçants devraient, autant que possible, être encouragés à prendre les dispositions nécessaires pour expédier leurs marchandises en chargements les plus importants possible. Ceci peut seulement être réalisé lorsque le service est régulier, et lorsque les expéditeurs sont assurés de la livraison ponctuelle des marchandises, en concordance avec un tableau horaire déterminé.

On avance souvent cet argument que le commerce moderne a une tendance à s'orienter vers le trafic en détail, des commandes réduites, souvent données par téléphone, exigeant une livraison immédiate ; mais bien que ceci puisse parfois être le cas là où, comme dans les grandes villes, il est onéreux de devoir établir de vastes entrepôts, il ne peut pas en être ainsi lorsque les grands steamers actuels attendent leur cargaison. C'est pourquoi tout système d'exploitation doit prévoir le transit suffisamment rapide de grandes quantités de produits pondéreux devant être amenées à flanc du navire de façon à permettre un prompt transbordement, et ceci ne peut être effectué que si l'on dispose, soit d'un grand nombre de grues de quai mobiles, soit de derricks appropriés installés sur les chalands fluviaux, et actionnés par la vapeur ou toute autre énergie au moyen de laquelle le chaland reçoit également son mouvement de propulsion. Une autre méthode expéditive consiste à subdiviser le chaland de navigation intérieure en compartiments convenables, de manière à permettre que chacun de ces compartiments soit enlevé et vidé au moyen d'une machinerie appropriée, ainsi qu'il a été décrit ci-dessus. Une exploitation bien organisée devrait également réduire les retards perturbateurs résultant du contrôle des connaissements et autres documents, autant qu'il est compatible avec l'exactitude désirable pour la comptabilité, la perception des droits et des taxes, etc. Le système d'exploitation devrait en outre assurer une communication téléphonique ou télégraphique entre les diverses écluses ou autres ouvrages, de façon à occasionner les moindres retards, et obtenir une utilisation économique de l'eau et de la machinerie.

L'exploitation économique d'une voie navigable dépend entièrement de la façon dont les détails concernant l'art de l'ingénieur ont été originairement étudiés et exécutés, ainsi que de la longueur de voie navigable placée sous la même administration. Plus la longueur sous contrôle central est grande, mieux il

en est pour tous les intéressés, car les changements d'organisation, les variations de capacité ou les modifications de système équivalent tous à des retards ou à des perturbations. Si une voie navigable est sous le contrôle d'une compagnie qui entreprend également les transports, il est nécessaire pour cette compagnie d'avoir à son service un personnel commercial aussi bien qu'un personnel technique ; mais si la Compagnie dirigeante ne fournit que la voie navigable et prélève un droit pour son utilisation, il n'y a pas lieu pour elle d'avoir un personnel commercial, et il n'est rien qui ne puisse être fait et bien fait par le personnel technique lui-même, assisté par quelques employés pour la perception des droits et la comptabilité. Une des causes majeures de l'état de négligence des voies navigables de l'Angleterre réside probablement dans le nombre de tronçons très courts en lesquels elles sont sectionnées, et dans la nécessité de désigner une multitude de directeurs et d'agents divers, qui ont absorbé un fort pourcentage des bénéfices, et empêché les développements et fusionnements, sans lesquels aucune économie d'exploitation ne peut être obtenue, malgré tout le soin que les ingénieurs aient mis à l'étude des détails du projet originaire.

b) Traction mécanique.

Dans cette partie du sujet l'auteur se trouve quelque peu en désavantage. Les canaux en Angleterre sont, en règle générale, de si faible capacité, et présentent un si grand nombre d'écluses à de très courts intervalles, que, à part une ou deux exceptions, le halage de la totalité s'effectue au moyen de bateaux. L'auteur, néanmoins, établira en premier lieu, d'une manière générale, les points importants qui sont à considérer dans tout système de halage, et donnera ensuite des exemples spécifiques de halage économique, dans les cas où il a été appliqué dans son pays.

En premier lieu il sera nécessaire d'examiner les diverses exigences auxquelles les voies de navigation ont à satisfaire. Presque toutes les voies navigables ont pour but de créer des moyens de communication depuis les ports jusqu'aux villes intérieures. Certaines d'entre elles forment des routes de traverse entre deux ports situés sur les côtes opposées

d'un même pays ; d'autres constituent simplement un cul-de-sac, conduisant d'un port vers une ville ou district intérieur, ou ont leur trafic principal entre deux districts qui sont entièrement à l'intérieur du pays. Ensuite, plusieurs servent au mouvement d'un trafic pondéreux qui peut être transporté dans de grands chalands, tandis que d'autres servent au mouvement d'un trafic de détail, transporté dans de petites allèges et délivré en faibles quantités. Les voies navigables qui ont leur *terminus* ou leurs *termini* à des ports, peuvent être subdivisées en deux catégories : celles qui desservent un port sur la côte, ou un estuaire, comme Liverpool ou Hull ; les autres qui desservent un port situé sur un fleuve à une distance assez considérable de la mer, comme Anvers ou Goole (Yorkshire). Il est évident que les moyens de halage doivent être appropriés aux exigences du canal en chaque cas particulier, car une disposition qui convient pour un port intérieur peut être tout à fait inappropriée pour un port sur la côte ou un estuaire à marée exposé à de fortes tempêtes. Pour donner à ce sujet un exemple que l'auteur connaît de près, les produits amenés du Staffordshire, district où l'on fabrique les poteries anglaises, doivent actuellement passer par non moins de quatre types différents de navigation. D'abord, l'étroit canal Trent et Mersey, accessible seulement à des bateaux de 25 tonnes, puis le fleuve Weaver, accessible à des chalands de 300 tonnes ; troisièmement le canal maritime de Manchester, accessible aux grands steamers, et trop large pour permettre un halage des rives, et en quatrième lieu l'estuaire de la Mersey qui est sujet aux tempêtes, marées et courants, et beaucoup trop large pour se prêter à un système quelconque comportant une connexion mécanique avec le rivage.

On voit donc par là que pour la partie inférieure de semblable parcours, même dans le cas où la voie navigable est assez spacieuse pour permettre au bateau de la parcourir sur toute sa longueur, il est nécessaire d'avoir une extrême flexibilité de mouvement, et celle-ci ne peut être obtenue que si le chaland porte lui-même son énergie propulsive, ou si cette dernière lui est fournie par quelque remorqueur ou engin flottant à autopropulsion. Dans ces circonstances, un espace précieux est perdu si quelque mécanisme superflu approprié seulement à la navigation intérieure doit se trouver à bord du bateau.

Il n'est guère douteux que dans le cas d'une voie navigable intérieure de grande longueur, où le port destiné à recevoir les

navires de mer est accessible sans qu'il faille entrer dans un estuaire, et où tout le trafic peut être transporté à la même vitesse sans qu'une marchandise doive éventuellement pouvoir en dépasser une autre qui la précède, un moteur mécanique sur la rive permettrait d'effectuer le halage moderne à un prix très réduit. Il ne faut toutefois pas perdre de vue que dans tous les systèmes réalisés jusqu'à présent, il faut établir et entretenir une voie ferrée sur la rive, de sorte qu'il ne suffit plus de maintenir le canal en bon état, mais encore une ligne constituant une forme quelconque de chemin de fer ; et dans beaucoup de cas où il n'est pas possible d'éliminer complètement toutes les autres méthodes, l'ancien chemin de halage pour chevaux doit également être maintenu. Si le halage doit s'effectuer simultanément dans les deux sens, ou bien la voie ferrée doit être double, ou bien elle doit présenter de nombreux évitements, de manière à ne pas produire de retards anormaux. Il serait probablement nécessaire de disposer d'une ligne de chaque côté de la voie navigable, de façon que l'une d'elles puisse être utilisée pour le trafic en remonte et l'autre pour le trafic en descente. Ceci de nouveau implique des frais d'entretien plus élevés, et constitue pratiquement une double ligne de chemin de fer courant le long d'un canal.

D'autre part, des chalands halés de la rive ne créent pas d'agitation dans l'eau, et n'érodent pas les talus dans une mesure aussi forte que les chalands à auto-propulsion ; et ainsi la question devient telle qu'elle peut seulement être résolue par l'expérience quant au point de savoir si la dépense afférente au maintien de tracteurs sur la rive dépasse ou non les frais de consolidation et d'entretien des berges de la voie navigable. Il ne faut pas oublier cependant que si les berges sont convenablement protégées de prime abord, aucune érosion ne se produira.

Pour fournir des exemples spécifiques, dans l'opinion de l'auteur, aucun système de halage exercé de la rive ne saurait être plus avantageux que les chalands à vapeur employés pour la navigation sur le Weaver. Non seulement ces chalands transportent 250 à 300 tonnes de fret, mais encore ils remorquent deux ou trois allèges de la même capacité. Ils peuvent non seulement être amarrés et subir une manutention en un point quelconque de leurs parcours, mais peuvent atteindre encore jusque Liverpool par l'estuaire de la Mersey. Ils peuvent venir se ranger au flanc d'un navire quelconque, soit dans ou hors dock, et sont à

même, au moyen des derricks à vapeur dont ils sont armés, de charger ou décharger soit leur propre cargaison, soit celle des allèges, dans d'autres bateaux ou en un point quelconque des rives de la voie navigable. Egalement sur le système navigable de l'Aire et du Calder desservant le district houiller du South Yorkshire, un procédé très économique est en usage constant, un long convoi de bateaux, ainsi qu'il a été décrit dans la première partie de la présente communication, étant tiré par un remorqueur à vapeur jusqu'au port de Goole. Dans ce cas un haleur mécanique courant sur la rive pourrait parfaitement bien être employé sur une grande partie du parcours, mais ce haleur serait sans utilité pour la formation du convoi, ou pour la manœuvre dans les docks des bateaux-compartiments, ceux-ci devant y être guidés jusqu'à l'appareil hydraulique qui doit les lever et les culbuter dans les navires de mer.

Un des grands désavantages, dans l'opinion de l'auteur, des systèmes de halage qui exigent des mécanismes locomoteurs sur la rive, réside dans le fait que les transports ne peuvent pas se dépasser mutuellement, et les commerçants dont les marchandises sont attendues d'urgence sont obligés de faire file avec le restant du traffic, et ne peuvent point obtenir une expédition accélérée.

L'auteur croit fermement que, avant peu, le moteur à combustion interne pourra être employé sur les chalands de navigation intérieure.

c) Monopole de traction.

Pour cette question également, il n'est pas possible d'établir une règle immuable dans tous les différents cas. Il est bien évident que sur un canal où existe un trafic continu, il sera plus économique d'avoir une société, soit celle à qui appartient le canal, ou d'autres dûment autorisées, pour organiser entièrement le halage. Les engins de traction, soit mécaniquement fixés à la rive, comme des tracteurs électriques, soit flottant indépendamment sur le canal, comme des remorqueurs à vapeur ou à pétrole, pourraient travailler économiquement d'une manière continue et à pleine charge, et le service pourrait conséquemment être organisé à un coût moindre que dans le cas d'un canal où le trafic serait intermittent ou d'importance réduite.

Si, par exemple, il était nécessaire que tout le trafic arrivât à un certain port, ou à destination, au moment de la marée, une importante flottille de remorqueurs serait indispensable, laquelle chômerait la plupart du temps ; et les équipages n'ayant aucune autre occupation, les entrepreneurs du halage subiraient de sérieuses pertes. D'autre part, si chaque propriétaire de chaland entreprenait son halage propre, il s'arrangerait probablement de façon à employer l'équipage pour aider aux opérations de chargement ou de déchargement, et ses hommes seraient donc ainsi occupés d'une manière continue. Si un monopole existait, il faudrait apporter beaucoup de soin à l'organisation d'un service satisfaisant ; les commerçants auraient à s'y soumettre, et à prendre telles dispositions pour que leurs marchandises à transporter soient prêtes à des moments déterminés ; tandis que s'ils disposaient de leurs propres moyens de halage, ils pourraient occasionnellement produire un effort plus grand en vue d'accélérer leur transport. Ceci s'est fréquemment présenté sur les voies navigables de premier ordre en Angleterre, sur lesquelles voies, dans la majorité des cas, chaque entrepreneur de transport assure son propre halage.

Pour résumer cette brève communication, il est, dans l'idée de l'auteur, complètement impossible de répondre aux questions ici examinées sans avoir une base bien définie sur laquelle on puisse s'appuyer. Toutes les lignes de navigation diffèrent si essentiellement au point de vue de leurs exigences et de leur capacité que les conditions qui conviennent à l'une peuvent ne pas s'approprier à d'autres ; mais l'auteur est d'avis que l'organisation de l'exploitation doit dépendre des exigences locales. La traction mécanique dépend de la capacité du canal et de l'emplacement de la voie navigable, mais en tout cas le système employé doit être le plus flexible et le mieux approprié ; et un monopole de traction ne peut se justifier que lorsque les intérêts des commerçants peuvent être pris en considération avant la question d'économie quant à la puissance motrice.

Septembre 1907.

J.-A. SANER.

PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION

OF

NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

1. Section : Inland Navigation

2. Question

STUDY

OF THE

economical and technical conditions of the working arrangements and mechanical traction of boats on rivers, canals, and lakes, and of the regulations necessary for this purpose. Monopoly of traction.

REPORT

BY

M. F. TSIONGLINSKY

AND

A. M. ROUND

Ingénieurs des Voies de Communication

NAVIGARE



NECESSE

BRUSSELS

PRINTING OFFICE OF THE PUBLIC WORKS (CO, LTD.)

169, rue de Flandre, 169

Mechanical Traction of Boats

ON THE

LADOGA CANALS

PART I

Of the three systems of navigable canals (1) which connect the Volga to St. Petersburg (i. e. the Vychnivolotchok, the Marie and the Tikhvine), the Marie system undoubtedly takes the first place on account of its commercial and industrial value, and it is the one that should be particularly considered when studying the question of mechanical traction of boats and rafts. This navigable waterway commences near the town of Rybinsk ; its length, including the Ladoga canals and the river Neva in continuation, measures : from Rybinsk to the inner harbour of St. Petersburg called Kalachnikov, 1.053 verstes and 258 sagues, and as far as the wharf of the Maritime Canal 1.067 verstes and 258 sagues (2).

This waterway includes the following navigable canals :

	Length	
	Verstes	Sag.
The river Cheksna, tributary of the Volga, near the town of Rybinsk, canalised up-stream	390	—
The White Lake and the Belozersk lateral canal 11 sagues wide at the bottom, with locks	63	127
The river Kovja, partly canalised	65	270
The Novo Maryinsk canal with locks connecting the Kovja to the river Vytegra	8	—

(1) See the charts showing these systems in the Report to the eleventh Congress, by M. V. E. DE TIMONOFF on « Maritime harbours along the great inland navigable waterway between the Baltic Sea and the White Sea and their means of access » (2nd Section, 2nd Question).

(2) 1 verste = 1.067 kilometre ; 1 sagene = 2.13 m.

	Lengt	
	Verstes	Sag.
The river Vytegra, canalised	52	423
Lake Onego and the Onega lateral canal 11 sagenes wide at the bottom, without locks	63	60
The river Svir, without locks	200	—
Lake Ladoga and two parallel lines of canals, nam- ed old and new canals (the latter are 12 sagenes wide at the bottom).		

From the river Svir as far as the river Siass : —

Alexander III Canal	43.	330
Alexander I Canal	48	—

From the river Siass as far as the river Volkhov : —

Marie Feodorovna Canal	9	298
Catherine II Canal	10	—

From the river Volkhov to the Neva : —

Alexander II Canal	103	250
Peter I Canal	104	—

Lastly, the river Neva, free : —

As far as the Kalacknikov harbour	54	—
As far as the wharf of the Maritime Canal	68	—

The Tickhvine and Vychnivolotchok systems end at these Ladoga canals, the first at the mouth of the Siass, the second at the mouth of the Volkhov.

The data, collected and published by the Section of Statistics and Cartography of the Ministry of Ways of Communication, give a sufficient idea of the goods traffic on these canals.

The following is a statement of the goods traffic, consisting mainly of lumber and cereals, going towards St. Petersburg, which has passed through the Ladoga canals : —

In 1900	232	million pouds (1)
In 1901	245	—
In 1902	197	—
In 1903	226	—
In 1904	241	—
In 1905	258	—

(1) 1 poud = 16.381 kg.

In the opposite direction : —

In 1900	3 million pouds
In 1901	5 —
In 1902	6 —
In 1903	3 —
In 1904	4 —
In 1905	4 —

Until quite recently, horse traction was the only system of traction in use throughout all the Ladoga canals.

Under such conditions great speed could not be counted upon. Horse traction being affected by the state of the weather, it was not possible for the shipowners to time their deliveries because horse traction is stopped by bad weather, high winds, dark nights, etc. Moreover, frequent and uncertain stoppages are necessary for resting and feeding the horses, as also for teamsters, etc.

The consideration of all these circumstances rendered it imperative to substitute mechanical traction for horse traction. More than 25 years ago the first attempts in that direction were made, but all failed because there was a rooted opinion in government circles that mechanical traction would damage the canals.

In order to answer this objection properly, the Minister of Ways of Communication at St. Petersburg, acting on the suggestion of the former Director of Ways of Communication, M. V. E. de Timonoff, allowed steam tugs to be employed, concurrently with horse traction as an experimental measure on all the canals of the Marie system in 1903 and 1904 during the periods when these waterways were open to navigation.

The results of this experiment on these canals were minutely observed and subsequently collated and commented upon in a scientific manner.

These results showed the effect of mechanically propelled boats upon the canal and also the effect of the latter upon the former, and they are most valuable in solving the question of the adoption of mechanical traction, upon the Ladoga canals. They are worthy of attention and are a useful complement to the researches which have been already published by the late Director of Ways of Communications at St. Petersburg, V. E. de Timonoff, amongst which we may cite those referred to in the

Recueil des Travaux du Congrès International de Navigation à Düsseldorf. (Reports by Messrs. Karaouloff & Graftio.)

The following conditions were insisted upon for the trains of barges on the Ladoga canals : —

1. The tugs must have a screw propeller ;
2. Mineral fuel must be burned ;
3. The length of the steamer must not exceed 10 sagues (70 feet = 21.33 m. at the water line) ;
4. The draught of the tug whilst steaming, as far as the bottom of the screw, must not in general exceed $4\frac{1}{2}$ feet = 1.37 m. but owing to the high level of the water in the Ladoga canals a greater draught may be allowed ;
5. The length of the trains of barges, including the tug, working the Ladoga canals, was fixed at a maximum of 80 sagues = 171 metres, but the results of the trial of this length were such as to permit an increase to 100 sagues 213.36 m. or the total length could on the other hand be decreased ;
6. The speed of the trains of barges thus hauled is fixed at $2\frac{1}{2}$ to $3\frac{1}{2}$ verstes (2.667 kilometres to 3.734 kilometres) an hour according to the level of water in the canal and the intensity of the navigation, with the express condition that the barges hauled should not be allowed to overtake the horse-drawn barges whilst the latter were moving, but only at stopping places ;
7. The speed of single tugs without barges is not to exceed 5 verstes = 5.334 kilometres per hour ;
8. The Ministry reserves the right of stopping the tug trials, if it considers this course necessary on account of damage to canals, the state of which will be verified at the time of the trials or if it is considered necessary for the maintenance of safe and regular traffic.

In order to ascertain the damage to the bottom and to the banks of the canals caused by mechanical haulage of barges, four sections 100 sagues (213.36 m.) each in length, were singled out for observation on the Ladoga canals. These sections were so chosen as to enable the observation to indicate the degree of erosion on different kinds of soil and the value of the means employed for consolidating the banks.

On each of these sections an observation station with the necessary staff and instruments was established. Before com-

mencing the observations, the state of each section, the nature of the soil and protection of the banks were described with explanatory drawings. The cross sections were sufficiently numerous to give a general idea of the whole section. Once a week or oftener, according to requirements, soundings and levels were taken on these cross sections plotted out afresh and referred to a datum line near to the observation station itself. These periodical observation on the four selected stretches of ground showed a considerable deterioration of the banks of the canals at water level, but the same deterioration took place when horse traction alone was employed. Consequently it remained to be ascertained whether erosion had increased owing to the substitution of steam haulage and the greater speed of the boats, or in other words by the wash set up.

Scott Russell (1) states that all wave action observed on the surface of the water, notwithstanding its various causes, may be classified under three types : waves caused by the wind and the movement of the bow of the boat (called consecutive waves); waves caused by the transmission of an already existing motion of the water ; and solitary waves. As to waves caused by the wind or by the bow of a moving boat the law of their formation, according to Scott Russell, is that each particle of water revolves upon itself and each particle in front commences revolving after the preceeding one. Whilst each particle is making a complete revolution in its orbit the movement of the water is transmitted to all the particles in front for a distance equal to a wave length.

On examining closely the action of the waves on the Ladoga canals caused by wind or by passenger steamers and screw tugs hauling trains of barges, one becomes convinced that the formation of those waves can be entirely explained by mathematical laws and that they are merely of the nature of consecutive waves.

In order to obtain the full-sized outline of the waves, an apparatus fitted with floats was placed upon the water close to the bank. When the wave reached its greatest height the floats were arrested by a spring and the profile of the wave was thus ascertained.

In the curves thus obtained, the centre of the trajectory

(1) « Reports of the British Association 1894 » and « Transactions of the Institute of Naval Architects » 1862-1864.

of the water particle is higher than the water level; the wave rises above the water level more than it falls below it whilst it has a greater width below the water level than above it. The conclusion must therefore be drawn that the waves which rise up to the canal banks are caused by the wind or by the bow action of the moving craft.

As to the waves set up by the screw propellers no exact mathematical data are at hand; the reciprocal action of the waves is so complex that it is doubtful whether they can be generalised under any law. Just behind the stern of the moving boat a hollow depression is formed into which water rushes on all sides, causing a considerable agitation in the water which is particularly intense along a vertical plane through the keel.

Whilst the boat is in motion, the water rushing into the hollow behind the stern is propelled at a constant speed and takes the form of a wave which is called a trailing wave. Its speed varies from that of the boat generally between 5 % and 10 %. The speed of translation of the screw is less than that of the boat owing to the action of the wave in the wake of the boats, and this is taken into consideration when calculating the power of propulsion.

The motion of the water around the screw may be resolved into two distinct motions: namely, a motion of translation along the axis of rotation of the screw propeller and a motion at right angles to the axis of the screw propeller shaft. The latter motion is largely brought about by the centrifugal force which drives the water away from the axis of rotation by the swell caused by the water flowing into the hollow at the stern of the ship and by the wave in the wake of the ship.

All experts who have studied the theory of screw propulsion consider the dispersing action of the centrifugal force as of little importance especially when the screw has been properly designed so that the ends of the blades are slightly bent and the number of revolutions correspond with the maximum engine efficiency.

The opinion that the action of the centrifugal force is very important is considered by these experts to be unfounded, for if it were so, the pressure on the front part of the screw, would be greater than that on the back part whereas actually the loss of propelling power due to the difference of pressure on the fore and aft surfaces of the screw only amounts to 4 1/2 %, including

the considerable loss which is caused by the action of the screw in throwing the water into the wake.

The screw blades should be designed and dimensioned so that they will not disperse the water or break up the liquid column which is thrown into the wake ; in other words, no vacuum must occur behind the blades and the water must on the contrary be in constant contact throughout with the screw. If the screw fulfills these conditions the water will be thrown into the wake in a continuous cylindrical column, of about the same diameter as that of the screw, with a waist at a certain point, such as occurs when a liquid flows through an opening made through a thin partition. In this cylindrical column the particles of water which are thrown off by the screw, possess but little centrifugal force, if any, and are projected along a curved trajectory which is in the form of a spiral at right angles to the propeller shaft, this spiral being almost circular in shape. The whole of the liquid column thus thrown into the wake may be considered as a column composed of hollow concentric cylinders.

These remarks are borne out by observations taken of the traffic of steamers on the Ladoga canals. The wave set up by the screw extends along a narrow line parallel to the axis of the canal, and does not affect in any way the wash along the banks.

Consequently, the wash along the canal banks, for the size of canals we are considering (1) is only caused by the blows of the bow of the boat or by the wind and is not at all due to the screw. Waves caused either by the wind or by the bow action of the boat have absolutely identical characteristics.

The amount of damage to the banks of the canal caused by the mechanical haulage of barges in comparison to that caused by the wash due to wind action can thus be ascertained with sufficient accuracy.

The southern shores of lake Ladoga, along which the Ladoga canals are built, are subject to many meteorological variations. In 1903, out of 162 days, from the 1st. of June to the 9th. of November, there were 72 rainy days and 107 windy days, making

(1) Width at the bottom : 25.6 m. ; average depth at low water : 2.64 m. ; area at water line : 80.57 square metres. The principal dimensions of the small boats which ply on the Ladoga canals are : length 68.27 m. ; width 9.60 m. ; draught 1.78 m. ; the ratio of the cross section of the ship to the cross section of the canal is 0.17. This ratio may rise to 0.22 during the rare years of very low water.

4 % and 66 % respectively ; in 1904, out of 174 days there were 57 rainy days and 81 windy days, or 40 % and 55 % respectively. The amplitude of the waves in the canal caused by wind is as much as 0.07 sagene (0.1493 m.) and averages 0.03 sagene (0.064 m.).

The passenger steamers which made four journeys a day, set up waves which did not exceed 0.10 sagene (0.2134 m.) amplitude and even this figure was only attained if the boats passed through the canal at a distance of 5 or 6 sagues (11.73 m. to 12.80 m.) from the bank ; if they followed the axis of the canal at a speed of 9 or 10 verstes (9.600 kilometres or 10.670 kilometres) per hour, the amplitude of the wave was not more than 0.06 to 0.07 sagene (0.128 m. to 0.149 m.). In that case the passage of a steamer did not produce more than 20 waves of this amplitude, the disturbance of the water then subsided and ceased completely in two minutes (in calm weather) or was merged in the disturbance set up by the wind. The trains of barges with a screw tug steaming at a maximum speed of 5 verstes (5.330 kilometres) per hour set up waves of an amplitude not exceeding 0.02 to 0.03 sagene (0.427 m. or 0.64) with a disturbance of the water which did not exceed two minutes in duration.

In estimating at 3,000 the greatest number of barges that may pass through the canal in the course of a month, making a daily total of 100 barges hauled by 50 tugs, the whole action on the banks caused by the disturbance of the waters due to the traffic, is equivalent to that which would be due to natural causes during two days and two hours per month, which, allowing 20 windy days per month, would not amount in all to more than 10 % of the damage to the banks which is caused by wind alone. This percentage will be considerably reduced if we deduct it from the disturbance caused by those very 3,000 boats which are at present hauled by horses.

But in addition to the damage caused to the bank by the wash due to wind and traffic, there is the damage caused by rain and atmospheric influences. The latter are one of the chief causes of deterioration of the canal banks especially when these have already been deprived of some of their protection. The periodical survey of the banks along the section under observation have demonstrated a much greater wear of the canal banks.

during high winds or rains although traffic at these periods was less intense than during fine weather.

But the most destructive agent is the melting of the ice and its effect is always most harmful at the unprotected portions. After the spring floods, the ice formed on the unprotected slopes of the bank and quite close to the grass, even if the latter has not been destroyed, carries away, as it thaws, fragments of earth, stones, turf from the slopes and tears up any loose pieces of turf. The places thus denuded are then exposed to complete destruction by various combined causes. The survey of the banks made in 1904 immediately after the thaw, shows such a considerable destruction of the canal banks, that the damage observed during the whole period of the navigation in 1903 seems absolutely insignificant in comparison.

Besides the above causes of destruction of canal banks there are others : for instance, the undue use of barge poles, the traffic of people and cattle on the slopes and the traffic of empty barges which come too close to the banks. These barges which draw no more than 2 quarters archine (0.35 m.) bump along the banks either through negligence of the boatmen or by the wind with the result that the turf is damaged and the soil thus exposed is further denuded by rain or by the wash. When, for instance, a barge threatens to bump the canal bank the boatman digs his pole anyhow into the bank and damages the soil.

Therefore, amongst all the various causes of desintegration of canal banks, that due to the traffic of tugs and trains of barges, is so insignificant that it is not worth considering as a reason for preventing the introduction of mechanical haulage on the Ladoga canals.

As to the effect upon the bottom of the canal of barges hauled by screw tugs, nothing of importance has been observed during the navigation periods of 1903 and 1904, but this is probably due to the marginal depth of about 0.60 sagene (1.28 m.) of water between the screw and the canal bottom.

Cross sections of the four stretches of canal under observation show that the changes in the bottom are so slight as to dispose of any fear of erosion.

Attention must be drawn to another fact in favour of the use of mechanical haulage on canals.

Barges mechanically hauled can, even in the case of a train of two barges in which the last one is attached to the other by a

pair of guide chains, be guided so exactly as to avoid bumping into the canal banks ; barge poles therefore do not require to be used and the banks are not destroyed by them.

Mechanical haulage dispenses with the trampling of teams, on the tow path, and the slopes are not damaged by horses eating the grass or walking on the slopes to drink or bathe in the canal. It can therefore be emphatically asserted that the introduction of mechanical haulage will not only not damage the canals but will on the contrary greatly contribute to their preservation.

PART II

The manner in which mechanical haulage can be substituted for animal traction, is of extreme importance when considering the case of the Ladoga canals. The difficulty of solving this problem has already been felt by those countries which were the first to adopt mechanical haulage for boats. In France the present artificial navigable waterways and natural rivers come under the same jurisdiction as highways on which traffic is free. The result is that on the Nord canals (France) the barges are hauled by mechanical means at the same speed as ordinary horse drawn barges and competition is free. The same thing will undoubtedly happen in western countries. Thus, in France, the bill concerning the new waterways in contemplation provides for the right of the State to choose a system of haulage which will be most suitable for the waterway and its traffic. We find already in Germany an acceptance of the principle of monopoly of traction : the commune of Teltow works the mechanical haulage upon the Teltow canal as a monopoly ; a similar monopolistic system of haulage is provided in the act for the projected canal from the Rhine to the Weser.

It is interesting to note that this principle, if applied to the canals of Ladoga will be quite outside the law. The adoption on an artificial navigable waterway of either form of haulage with even the total suppression of existing forms of haulage, provided the latter are found to be contrary to the interests of the State, does not conflict with the principles now in force in Russia governing the regulation of rivers. (Par. 3 of Article 86 of Regulations for ways of communication). All the difficulties of the problem as regards the Ladoga canals are more local in

character but so closely bound up with the most vital interests of the population that they cannot be ignored when any mechanical project is in contemplation. In fact, animal traction on the Ladoga canals is in the hands of 3,000 or 4,000 peasants of the district, who possess altogether 10,000 to 11,000 horses, and this industry brings them in a round sum of a million roubles during the navigation period ; it should be noted that the soil of the adjacent land to the canal is not at all favourable to agriculture and should this revenue be suddenly withdrawn from the local population an economic crisis would arise in a district which is peculiarly ill suited to support it.

In view of the above the Ministry of Ways of Communications endeavoured to effect a compromise between these two conflicting interests. This compromise was effected by drawing up certain rules for mechanical haulage (in addition to the technical rules referred to in the first part of this Paper) for limiting the number of barges to be mechanically hauled and regulating their increase in a progressive manner. Out of 16,000 to 18,000 boats passing annually through the Ladoga canals, the following number were allowed to be tugged : —

In 1903	317 barges
In 1904	1,179 »
In 1905	1,396 »
In 1906	1,800 »
In 1907	2,450 »

The peculiar economic conditions of the land in the vicinity of the canals, have compelled us to solve the question of substituting mechanical haulage for animal haulage in a special manner : whereas economic policy in Western Europe tends to authorise the State to suppress obsolete forms of traffic on navigable waterways and to substitute new ones even of a monopolistic character, with us the general economic conditions of this district compels the adoption of a semi-protective policy for the obsolete forms of traction. Whilst recognising that all these interests taken together are not to be despised, we cannot avoid remarking that the simultaneous use of two systems of traction, so utterly opposed as animal and mechanical traction, upon the same navigable waterway is most undesirable, especially when accompanied by such regulations as are

imposed on the Ladoga canals which prohibit mechanically hauled barges from passing horse drawn barges whilst the latter are in motion.

The quickest time taken by horse drawn barges for traversing the network of Ladoga canals has been 6 days, whereas the average time for the journey is 8 days and even 10 days and more during bad weather, winds or when horses are scarce and other unfavourable conditions prevail.

One can easily understand that the introduction, in a system of horse drawn traffic, of isolated units in the form of mechanically propelled barges which by their very nature are capable of higher speeds not only diminishes the advantage which mechanical traction has from the point of view of rapidity but also deprives it of its most precious characteristic, namely, regularity of traffic.

However, with mechanical traction with a speed, which according to the above investigations, cannot injure the canal bottom nor its banks ($4\frac{1}{2}$ verstes per hour = 4.800 kilometres per hour), it is possible to ensure the direct transport of goods between the termini of the Ladoga canals (Sviriza-Schlussembourg) in 36 hours, that is to say it diminishes by more than two thirds the time taken for this journey by horse haulage, assuming a maximum speed of 27 verstes per day for the latter. To obtain such a speedy transport of goods on the network of Ladoga canals would give great satisfaction to Russian export commerce which has been endeavouring since the reconstruction of the Marie system, to accomplish two journeys by the same barge from Rybinsk to St. Petersburg during the period when navigation is open. If it is possible, anywhere, to achieve an uninterrupted haulage service whilst retaining horse haulage competition, it is precisely on the Ladoga canals which run in two parallel lines. One condition, however, must be observed, that is the goods should be sorted for dispatch so that the urgent consignments may be sent forward by tugs along the new canals, and less urgent traffic along the old line of canals which can be temporarily worked by horse traction.

Such is the general scheme of mechanical haulage, which in our opinion, best complies, from a technical as well as an economic point of view, with the general conditions which govern the Ladoga canals at present.

This arrangement does not allow of the high speeds of electric

traction now in force in Western Europe and America. Again, traction by isolated units deprives the districts in the vicinity of the canals of the indirect advantages accruing to a cheap form of energy which can be tapped from a central station.

Should the Congress, after due consideration of this question find it feasible, despite the aforesaid conditions to adopt upon the Ladoga canals the type of mechanical haulage which has been so successful elsewhere, we should be the first to welcome its prompt application.

The foregoing considerations lead us to the following conclusions : —

1. Mechanical haulage of barges on the Ladoga canals with a speed of 4 1/2 verstes (4.800 kilometres) per hour ; will not damage the bottom of the canal nor it banks, if the depth of water in the canals exceeds the draught of the craft by sixty centimetres ;

2. Pending a general solution of the problem of mechanical haulage (by means of energy derived from a central station upon the Ladoga canals, commerce will benefit from the adoption of individual traction by tugs, which can be facilitated by favourable administrative measures, allowing at the same time animal traction to co-exist until it is ousted automatically by competition, with the proviso, that this introduction of mechanical traction in isolated units shall be confined as far as possible to the old network of canals.

F. TSIONGLINSKI and A. M. ROUND,
Engineers of Ways of Communication.





ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

DES

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{me} Congrès - Saint-Petersbourg - 1908

I. Section : Navigation intérieure

2. Question

Etude économique, technique et réglementaire
de l'exploitation et de la traction mécanique
des bateaux sur les fleuves, les canaux et
les lacs. Monopole de traction.

RAPPORT

PAR

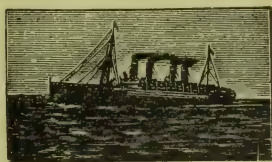
M. F. TSIONGLINSKY

ET

A. M. ROUND

Ingénieurs des Voies de Communication

NAVIGARE



NECESSE

BRUXELLES

IMPRIMERIE DES TRAVAUX PUBLICS (SOCIÉTÉ ANONYME)

169, Rue de Flandre, 169



La traction mécanique des bateaux

SUR LES

CANAUX DE LADOGA

PREMIERE PARTIE

Parmi les trois systèmes de voies navigables (1) qui réunissent le Volga à Saint-Pétersbourg, celui de Vychnivoltchok, celui de Marie et celui de Tikhvine, le système de Marie occupe, sans contredit, la première place par sa valeur commerciale et industrielle, et c'est lui qu'on doit surtout prendre en considération, lorsqu'on étudie la question de la traction mécanique des bateaux et des radeaux. Cette ligne de navigation commence près de la ville de Rybinsk ; sa longueur avec les canaux de Ladoga et le fleuve Néva qui lui fait suite, est : de Rybinsk jusqu'au port intérieur de Saint-Pétersbourg dit Kalachnikov, 1.053 verstes et 258 sagènes, et jusqu'au port de déchargement du Canal Maritime, 1.067 verstes et 258 sagènes (2).

Cette ligne comprend les voies navigables suivantes :

	Longueur	
	Verstes	Sag.
La rivière Cheksna, affluent du Volga, près de la ville de Rybinsk, canalisée en amont	390	—
Le lac Blanc et le canal latéral de Belozersk éclusé, largeur au plafond 11 sag.	63	127
La rivière Kovja, canalisée en partie	65	270
Le canal Novo Mariynsk avec écluses, réunissant la Kovja à la rivière Vytegra	8	—
La rivière Vytegra, canalisée	52	423
Le lac Onéga et le canal latéral d'Onéga sans écluses, largeur au plafond 11 sag.	63	60

(1) Voir les cartes caractérisant ces systèmes dans le rapport au XI^e Congrès de M. V. E. DE TIMONOFF sur « Les ports maritimes le long de la grande voie navigable intérieure entre la mer Baltique et la mer Blanche et leurs moyens d'accès » (II^e Section, 2^e Question).

(2) 1 verste = 1.067 km.; 1 sag. = 2.13 mt.

Longueur
Verstes Sag.

La rivière Svir, sans écluses 200 —

Le lac Ladoga et deux lignes parallèles de canaux,
dits canaux anciens et nouveaux (ces derniers ont
une largeur de 12 sagènes au plafond).

Depuis la rivière Svir jusqu'à la rivière Siass :

Canal d'Alexandre III 43 330

Canal d'Alexandre I^{er} 48 —

De la rivière Siass jusqu'à la rivière Volkhov :

Canal de Marie Feodorovna 9 298

Canal de Catherine II 10 —

De la rivière Volkhov jusqu'à la Néva :

Canal d'Alexandre II 103 250

Canal de Pierre I^{er} 104 —

Et, enfin, la rivière Néva, libre :

Jusqu'au port Kalachnikov 54 —

Jusqu'au port de déchargement du Canal Mari-
time 68 —

Les systèmes de Tikhvine et de Vychnivolotchok aboutissent
aux mêmes canaux de Ladoga, le premier à l'embouchure de la
Siass, le second à celle du Volkhov.

Les données, réunies et publiées par la Section de Statistique
et de Cartographie du Ministère des voies de communication,
donnent une idée suffisante du mouvement des marchandises sur
ces canaux.

Voici le relevé des marchandises allant vers Saint-Péters-
bourg, qui ont passé par les canaux de Ladoga et dont la ma-
jeure partie est composée de bois et de céréales :

En 1900	232 millions de pouds. (1)
En 1901	245 —
En 1902	197 —
En 1903	226 —
En 1904	241 —
En 1905	258 —

(1) 1 poud = 16,381 kg.

Dans la direction opposée :

En 1900	3 millions de pouds.
En 1901	5 —
En 1902	6 —
En 1903	3 —
En 1904	4 —
En 1905	4 —

Jusqu'à ces derniers temps, sur tous les canaux de Ladoga, la traction par chevaux était seule d'application générale.

Dans ces conditions on ne pouvait compter sur une grande vitesse. La subordination de la traction chevaline à l'état du temps ne permettait pas aux armateurs de faire des calculs sur les délais de fourniture, parce que la traction chevaline est arrêtée pendant le mauvais temps, les vents, les nuits sombres, etc. On a besoin, enfin, d'arrêts fréquents et complètement indéterminés pour le repos et la nourriture des chevaux, le repos des conducteurs, etc.

L'ensemble de toutes ces circonstances mit alors à l'ordre du jour la substitution de la traction mécanique à la traction chevaline. Il y a plus de 25 ans que les premières tentatives dans ce sens avaient été faites, mais toutes avaient échoué, parce que dans les institutions gouvernementales s'était enracinée l'opinion que la traction mécanique endommagerait les canaux.

Afin de trouver une réponse juste à cette objection, le Ministère des voies de communication, sur la proposition de l'ancien Directeur des voies de communication de Saint-Pétersbourg, M. V. E. de Timonoff, admit à titre d'expérience pendant les périodes de navigation des années 1903 et 1904, et sur tous les canaux du système Marie, l'emploi du remorquage à vapeur simultanément avec la traction chevaline.

Les phénomènes qui se produisirent alors sur les canaux furent soumis à une observation des plus minutieuses et à une étude scientifique ultérieure. Les résultats ainsi obtenus, définissant l'action réciproque du canal sur le bateau mû par un moteur mécanique et vice versa, ont une valeur sérieuse pour résoudre la question de l'établissement de toute espèce de traction mécanique, aussi bien individuelle que centrale, sur les canaux de Ladoga. Ces résultats sont dignes d'attention et complètent utilement les travaux qui ont déjà été publiés par l'initiative de l'ancien Directeur des voies de communication de

Saint-Pétersbourg, V. E. de Timonoff, entre autre dans le *Recueil des Travaux du Congrès International de Navigation à Düsseldorf*. (Rapports de MM. Karaouloff et Graftio.)

Pour les trains remorqués sur les canaux de Ladoga on fixa les conditions suivantes :

- 1° Les remorqueurs doivent être à hélice.
- 2° Le combustible doit être minéral.
- 3° La longueur du bateau à vapeur ne doit pas dépasser 10 sagènes (70 pieds = 21 m. 33 à la ligne de flottaison).
- 4° Le tirant d'eau du remorqueur en ordre de marche jusqu'à l'extrémité inférieure de son hélice ne doit en général dépasser 4 pieds $1/2$ = 1 m. 37, mais en raison du niveau élevé de l'eau dans les canaux de Ladoga un plus grand tirant d'eau peut y être admis.
- 5° La longueur des trains de bateaux, y compris le remorqueur circulant sur les canaux du Ladoga, fut fixée à 80 sagènes = 171 mètres au plus, mais à raison des résultats de l'essai cette longueur pouvait être augmentée jusqu'à 100 sagènes = 213 m. 36 ou diminuée.
- 6° La vitesse des trains de remorque est fixée à 2 $1/2$ à 3 $1/2$ verstes (2 kilom. 667 à 3 kilom. 734) à l'heure d'après le niveau de l'eau dans le canal et l'intensité de la navigation, avec la condition expresse que les trains remorqués ne dépassent pas les bateaux trainés par des chevaux pendant la marche, mais aux arrêts seulement.
- 7° La vitesse des remorqueurs isolés ne doit pas dépasser 5 verstes = 5 kilom. 334 à l'heure.
- 8° Le Ministère a le droit de faire cesser le remorquage d'essai, s'il le reconnaît nécessaire à cause de la détérioration des canaux, dont l'état sera surveillé lors du remorquage, ou dans l'intérêt de la régularité et de la sécurité du mouvement général de la navigation.

Pour définir l'importance de l'attaque du fond et des berges des canaux par le passage des trains remorqués, on a choisi sur les canaux du Ladoga quatre lots d'une longueur de 100 sagènes (213 m. 36) chacun. Les lots ont été choisis de manière à ce que les observations fassent ressortir aussi bien le degré d'érosion pour différents terrains que la valeur des procédés employés pour la consolidation des berges.

Sur chacun de ces lots fut installé un poste d'observation muni du personnel et des instruments nécessaires. Avant que

les observations fussent commencées, l'état de chaque lot, la nature du terrain et la consolidation des talus, furent décrits et expliqués par des dessins ; les profils furent pris assez nombreux pour donner une idée complète du relief du lot. Une fois par semaine ou plus souvent à raison de l'importance des phénomènes, on levait les profils aux mêmes points par sondages et nivellements, ces profils étant rapportés au même point de repère, choisi à proximité du poste même. Ces levées opérées périodiquement sur les quatre lots, ont révélé une détérioration assez considérable des talus des canaux à hauteur du plan d'eau, mais les mêmes détériorations se produisaient sur les talus du canal lors de l'emploi exclusif de la traction chevaline ; il fallait donc établir si l'érosion des talus avait augmenté par suite de l'établissement du remorquage et de la vitesse plus grande des bateaux, c'est-à-dire à cause des remous provoqués par ces facteurs.

Scott Russell (1) affirme que toutes les vagues observées sur la surface de l'eau, malgré la variété des causes qui les provoquent, peuvent être rapportées à trois types : les vagues provoquées par le vent et les coups de la proue du bateau en marche (vagues dites consécutives) ; les vagues causées par la transmission d'une agitation déjà existante et les vagues solitaires. Quant aux vagues causées par le vent ou les coups de la proue d'un bateau en marche, la loi de leur formation, d'après Scott Russell, est que chaque parcelle d'eau mise en mouvement suit une trajectoire tournante ; chaque parcelle qui se trouve en avant commence son mouvement après la précédente ; pendant le temps d'un tour complet de la parcelle dans son orbite, l'agitation de l'eau se transmet à toutes les parcelles qui se trouvent en avant à une distance égale à la longueur de la vague.

Si l'on examine en détail les vagues créées sur les canaux de Ladoga aussi bien par le vent que par le mouvement des bateaux à vapeur de passagers et des remorqueurs à hélice avec leurs trains de remorque, on acquiert la conviction que la formation de ces vagues est entièrement soumise aux lois de l'analyse mathématique et qu'elles ne sont que des vagues consécutives.

Pour obtenir le profil des vagues en grandeur naturelle, on plaça sur l'eau à proximité du talus un appareil muni de flotteurs. Lorsque la vague atteignait sa plus grande hauteur, on

(1) « Reports of the British Association 1894 » et « Transactions of the Institution of Naval Architects, 1862-1864 ».

fixait les flotteurs à l'aide d'un ressort, et l'on obtenait ainsi le contour de la vague. Dans les courbes ainsi obtenues, le centre de la trajectoire de la particule d'eau est situé plus haut que le niveau de l'eau ; la vague s'élève au-dessus du plan d'eau plus qu'elle ne s'abaisse au-dessous, la largeur des dépressions à hauteur du plan d'eau est plus grande que celle des surélévations. Il faut en conclure que les vagues s'élevant jusqu'au talus du canal, sont créées par le vent ou les chocs de la proue du bateau en mouvement.

Quant aux vagues développées par l'hélice du moteur, on n'a pas d'études mathématiques exactes ; l'action réciproque des ondes est tellement variée qu'il est douteux qu'on puisse passer du domaine des observations à leur généralisation par une loi quelconque. Immédiatement derrière la poupe du bateau en marche se forme une dépression dans laquelle l'eau se précipite de tous les côtés ; il se produit ainsi une agitation considérable de l'eau, agitation qui est surtout forte dans le plan vertical passant par la quille.

Lors de la marche du bateau, l'eau qui remplit la dépression formée derrière la poupe, reçoit une vitesse constante et, sous forme d'une onde dite accompagnante, suit le bateau. La vitesse accompagnante varie, en général, entre 5 % et 10 % de celle du bateau. A cause de l'action de l'onde accompagnante, la vitesse de translation de l'hélice est moindre que celle du bateau, ce qui est pris en considération dans le calcul de l'effort de propulsion.

On peut décomposer le mouvement de l'eau voisine de l'hélice en deux mouvements distincts, savoir : en une translation suivant l'axe de rotation de l'hélice et en un mouvement dans le plan normal à l'axe ; ce second mouvement est fortement influencé par la force centrifuge qui éloigne l'eau de l'axe de rotation, par des remous que cause l'affluence du liquide dans la dépression qui se forme derrière la poupe, ainsi que par l'action de l'onde accompagnante.

L'action dispersante de la force centrifuge est considérée par tous les savants qui ont étudié la théorie de l'hélice propulsive, comme peu importante, surtout pour une hélice convenablement choisie, l'extrémité des ailes étant peu recourbée et le nombre de tours étant celui qui correspond au meilleur rendement de la machine.

L'opinion d'après laquelle l'action de la force centrifuge serait très importante, est considérée par ces savants comme non fondée, car s'il en était ainsi, la pression s'exerçant sur les surfaces antérieures de l'hélice, serait beaucoup plus grande que la pression s'exerçant sur les surfaces postérieures, tandis qu'en réalité la diminution de l'effort moteur causée par la différence des pressions agissant sur ces surfaces n'est que de 4 1/2 %, y compris une perte considérable due au rejet de l'eau vers l'arrière, sous l'hélice.

L'hélice doit posséder des ailes telles que la forme et les dimensions de leur surface, autant que possible, ne contribuent ni à la dispersion de l'eau ni à la rupture de la veine liquide rejetée vers l'arrière, c'est-à-dire qu'il ne se forme pas de vide derrière les ailes, mais que l'eau soit de toute part en contact avec l'hélice. Si l'hélice possède ces qualités, l'eau sera rejetée vers l'arrière sous forme d'une colonne cylindrique continue dont le diamètre diffère peu de celui de l'hélice et qui présente en un point une section quelque peu contractée, semblable à celle que l'on remarque lorsqu'un liquide s'écoule par une ouverture pratiquée en mince paroi ; dans cette colonne cylindrique les parcelles d'eau en quittant l'hélice, ne possèdent qu'un mouvement rayonnant très faible ou nul, et décrivent des courbes qui se projettent sur le plan normal à la colonne suivant des spirales différant peu du cercle. Toute la veine liquide, rejetée vers l'arrière, peut être considérée comme une colonne composée de cylindres creux concentriques.

Ces remarques sont complètement justifiées par des observations faites sur le mouvement des steamers sur les canaux de Ladoga. L'onde, mise en mouvement par l'hélice, s'allonge suivant une ligne étroite parallèle à l'axe du canal, et n'a aucune action sur l'agitation existant près des berges.

Il résulte, par conséquent, de tout ce qui précède, que l'agitation, régnant près des talus des canaux, pour les dimensions de ces derniers que nous avons en vue (1), n'est provoquée que par

(1) Largeur au plafond : 25.6 m.; profondeur moyenne à l'étiage 2.64 m.; surface de la section mouillée : 80.57 m². Les dimensions principales des petits bateaux, qui naviguent sur les canaux de Ladoga sont : longueur 68.27 m.; largeur 9.60 m.; tirant d'eau est de 1.78 m.; le rapport de la surface du gabarit du bateau à la section du canal est de 0.17. Ce rapport pour les années rares de très basses eaux peut s'élever à 0.22.

les coups de la proue du bateau ou par le vent et ne dépendant aucunement de l'hélice ; les vagues provenant soit du vent, soit de la proue du bateau sont absolument identiques par leur caractère.

On peut ainsi établir avec une précision suffisante l'importance des dégâts que peut causer aux talus du canal la traction mécanique des bateaux comparée à celle des dégâts causés par l'agitation provoquée par le vent.

La région des bords sud du lac Ladoga, le long desquels sont construits les canaux de Ladoga, est soumise à de nombreuses variations météorologiques. En 1903, sur 162 jours, du 1^{er} juin au 9 novembre, il y eut 72 jours de pluie et 107 de vent, ce qui fait 44 % des premiers et 66 % des seconds ; en 1904, pour 174 jours, il y eut 57 jours pluvieux et 81 jours de vent, ce qui fait 40 % des premiers et 55 % des seconds. L'amplitude des vagues du canal causées par le vent atteint 0.07 sagène (0 m. 1493) et est en moyenne au moins de 0.03 sagène (0 m. 064).

Les bateaux de voyageurs qui faisaient le trajet quatre fois par jour, provoquaient une vague qui ne dépassait pas 0.10 sagènes (0 m. 2134) et encore ce chiffre n'était atteint que si les bateaux passaient dans le canal à la distance de 5 à 6 sagènes (11 m. 73 à 12 m. 80) de la berge ; s'ils suivaient l'axe du canal avec une vitesse de 9 ou de 10 verstes (9 kilom. 60-10 kilom. 67) à l'heure, l'amplitude de la vague ne dépassait pas 0.06 à 0.07 sagène (0 m. 128 à 0 m. 149). Dans ce cas le passage d'un bateau ne produisait pas plus de 20 vagues de cette amplitude, l'agitation tombait ensuite et deux minutes après elle cessait complètement (en temps de calme), ou se confondait avec l'agitation causée par le vent. Les trains de bateaux avec un remorqueur à hélice marchant à une vitesse de 5 verstes (5 kilom. 33), à l'heure au maximum donnent naissance aux vagues dont l'amplitude ne dépasse pas 0.02 à 0.03 sagène (0 m. 427 ou 0 m. 64) et l'agitation dure moins de deux minutes.

En évaluant à 3,000 le plus grand nombre de chalands pouvant passer par le canal dans le courant d'un mois, ce qui donne le chiffre quotidien de 100 bateaux pouvant être trainés par 50 remorqueurs, toute l'action sur les talus causée par l'agitation que développent les trains de remorque, peut être comparée à l'action de l'agitation naturelle pendant deux jours et deux heures par mois, ce qui, en comptant 20 jours de vent par mois ne donne pas plus de 10 % des dégâts aux talus, occasionnés par le-

vent seul. Ce pourcentage sera considérablement réduit si nous diminuons l'agitation provoquée par les trains de remorque de celle causée actuellement par les mêmes 3,000 bateaux circulant à l'aide de la traction chevaline.

Mais, en dehors du vent et de l'agitation causée par les trains de remorqueurs, agissent aussi d'une manière destructive sur l'état des talus la pluie et en général les agents atmosphériques. Ils sont une des principales causes de la détérioration des talus du canal surtout, lorsque les talus ont déjà perdu l'un ou l'autre de leurs moyens de protection. Les levés périodiques des berges sur les lots observés ont fait constater une détérioration beaucoup plus importante des talus du canal pendant les périodes de grands vents ou de pluies, quoique le remorquage à ces moments se fit dans de moindres proportions que pendant le beau temps.

Mais le facteur le plus nuisible aux talus c'est la fonte des glaces et toujours principalement là où le talus est privé de défense. La glace qui se prend aux endroits dénudés du talus et même près du gazon, s'il est conservé, entraîne au commencement de la débâcle, après la hausse printanière des eaux, des fragments de terrain, des pierres, des morceaux gazonnés, et par son mouvement le long des bords, elle arrache le gazon surtout là où il est suspendu, le talus étant déjà rongé, ce qui entraîne une nouvelle dénudation du talus qui est exposé ainsi à la destruction ultérieure sous l'action combinée des causes les plus variées. Le levé des berges fait en 1904 immédiatement après la débâcle, montre une destruction tellement considérable des talus du canal, que celle observée pendant toute la durée de la navigation de 1903 devient par comparaison absolument insignifiante.

Outre les causes susmentionnées de la destruction des talus il faut en citer ici d'autres encore, et notamment : l'emploi irrationnel des gaffes des mariniers, la circulation libre des gens et du bétail sur les talus et le mouvement des bateaux vides trop rapprochés des bords. Ces bateaux dont le tirant d'eau ne dépasse pas 2 quarts d'archine (0 m. 35), par négligence ou défaut de surveillance de la part de leur personnel, ou à cause du vent qui les prend en travers, se jettent contre la berge, défonçant ainsi le gazon des talus ; il se forme sur la berge un creux dénudé de végétation, creux qui se ravine de plus en plus par la pluie, tantôt par l'agitation de l'eau ; lorsque le bateau se

jette sur la berge, le personnel emploie des gaffes, qu'il lance au hasard pour éviter un arrêt ; cette manœuvre concourt à endommager le talus.

Donc parmi les causes de destruction qui agissent sur les talus des canaux, la détérioration due à la circulation des remorqueurs et des trains remorqués, est tellement insignifiante que c'est à peine si l'on peut en parler comme d'une raison qui puisse empêcher l'introduction de la traction mécanique sur les canaux de Ladoga.

Quant à l'action du remorquage des bateaux par des remorqueurs à hélice sur le fond du canal, on n'en a pas constaté qui fût quelque peu significative pendant les périodes de la navigation de 1903 et 1904, peut-être à cause du fait qu'entre l'hélice et le fond du canal se trouvait une couche d'eau d'environ 0.60 sagène (1 m. 28).

Des profils transversaux des quatre lots observés, il résulte que les modifications subies par le fond du canal sont tellement insignifiantes qu'elles excluent tout danger d'une corrosion de ce fond.

Il y a lieu d'attirer ici l'attention sur une circonstance encore qui milite en faveur de l'emploi de la traction mécanique sur les canaux.

Avec la traction mécanique des bateaux, même au cas du remorquage d'un train de deux bateaux, lorsque du second de ceux-ci deux chaînes sont jetées pour le guider, ce bateau peut être si régulièrement dirigé que les cas de bateaux déviés sont excessivement rares, ce qui évite presque totalement l'emploi des gaffes et aide considérablement à la conservation des talus.

Enfin, la traction mécanique supprime le piétinement des attelages sur le chemin de halage, et la détérioration que causent les chevaux en paissant le gazon des berges lorsqu'ils sont affamés ou en descendant les talus pour boire ou se baigner, ce qui provoque des éboulements de terre dans le canal. On peut donc affirmer avec certitude que l'introduction de la traction mécanique non seulement n'endommagera pas les canaux, mais au contraire contribuera considérablement à leur conservation.

DEUXIEME PARTIE

La question de la façon dont peut s'opérer la substitution de la traction mécanique à la traction animale, acquiert une importance très grande dans son application aux canaux de Ladoga. La difficulté de résoudre cette question a déjà été éprouvée par les pays qui avaient été premiers adhérents de la traction mécanique des bateaux. En France, les voies artificielles de navigation existantes et les fleuves dans leur état naturel sont assimilés par la loi aux routes sur lesquelles le mode de circulation n'est pas soumis à une norme restrictive. Le résultat en est que sur les canaux du Nord (France), les installations de la traction mécanique soutiennent la vitesse du mouvement des bateaux égale à celle de la traction animale, laquelle jouit de tous les privilèges de la concurrence libre.

Il est cependant indiscutable que des phénomènes semblables à celui dont nous venons de parler, seront sous peu du domaine de l'histoire pour les pays occidentaux. Ainsi, en France, le projet de loi concernant les nouvelles voies de navigation à construire prévoit la nécessité d'assurer à l'Etat le droit de choisir l'un ou l'autre système de traction qui serait plus conforme au caractère de la voie de navigation et du trafic. En Allemagne nous trouvons déjà des applications du principe de monopolisation de la traction : la commune de Teltow exploite à titre de monopole la traction mécanique sur le canal de Teltow ; un moyen analogue d'exploitation de la traction est prévu par la loi pour le canal projeté du Rhin au Weser.

Il n'est pas sans intérêt de noter que ce principe, si on l'applique aux canaux de Ladoga, n'est nullement du domaine du droit. L'introduction sur une voie navigable artificielle de l'une ou l'autre forme d'exploitation avec la suppression même totale de celles qui existaient auparavant, si ces dernières sont reconnues contraires aux intérêts de l'Etat, ne contredit point en principe aux normes du droit fluvial en vigueur en Russie. (Rem. 3 à l'article 86 du Règlement des voies de communication.) Toutes les difficultés que présente la solution de cette question pour les canaux de Ladoga sont d'un caractère plutôt local, mais si étroitement lié aux intérêts les plus vitaux de la population qu'il est absolument impossible de les perdre de vue lors de l'élaboration

d'un projet de traction mécanique quelconque. En effet, la traction animale sur les canaux de Ladoga est exploitée par 3,000 à 4,000 paysans de l'endroit, qui possèdent au total de 10,000 à 11,000 chevaux, et cette exploitation leur rapporte une somme globale d'un million de roubles pendant la période de navigation ; d'un autre côté, les conditions du sol de la région voisine des canaux sont très peu favorables à l'agriculture ; la suppression brusque d'une pareille somme au budget de la population locale provoquera une crise économique dans un milieu moins préparé que tout autre à des difficultés de cet ordre.

A cause des circonstances exposées ci-dessus le Ministère des voies de communication chercha dans la question du remorquage sur les canaux de Ladoga, un compromis entre les deux groupes d'intérêts opposés. Ce compromis fut réalisé par l'établissement pour la traction mécanique, en dehors des normes techniques indiquées dans la première partie du présent rapport, d'une norme quantitative spéciale, réglant le nombre des bateaux remorqués et devant être augmentée progressivement. Sur le nombre total de 16,000 à 18,000 bateaux passant annuellement par les canaux de Ladoga furent admis à être remorqués :

En 1903	317 bateaux
En 1904	1,179 »
En 1905	1,396 »
En 1906	1,800 »
En 1907	2,450 »

Les conditions particulières de l'état économique de la région voisine des canaux, ont créé chez nous des solutions spéciales de la question de la substitution de la traction mécanique à la traction animale ; tandis que la politique économique de l'Europe occidentale tend à munir l'Etat du droit de supprimer les vieilles formes d'exploitation des voies de navigation et d'en établir de nouvelles jusqu'au monopole inclusivement, chez nous l'ensemble des circonstances économiques locales crée une politique quasi-protectrice pour les formes d'exploitation surannées. Tout en reconnaissant que l'ensemble de ces intérêts forme une quantité nullement négligeable, nous ne pouvons néanmoins omettre de noter l'influence à notre avis défavorable de la réunion sur la même voie de navigation des systèmes de traction si complètement différents l'un de l'autre que le sont les tractions animale

et mécanique, vu surtout le règlement établi pour le remorquage sur les canaux de Ladoga et qui défend de dépasser (pendant la marche) avec les trains de remorque ceux qui sont trainés par des chevaux.

La vitesse maximum des bateaux trainés par des chevaux pour toute la ligne des canaux de Ladoga a été de 6 jours, alors que la durée moyenne du trajet sur cette voie est de 8 jours et pendant le mauvais temps, les vents, le manque de chevaux et autres conditions défavorables, même de 10 jours et plus.

Il est dès lors aisé de comprendre que l'introduction dans la file des trains à traction par chevaux de halage de parties isolées capables, par la nature de leur moteur, de développer une vitesse beaucoup plus grande que les premiers, mais ne pouvant les devancer qu'aux arrêts non seulement diminue les avantages de la traction mécanique au point de vue de la rapidité du mouvement, mais encore prive cette forme de traction de sa qualité la plus précieuse : la régularité des transports. Cependant par la traction mécanique avec une vitesse qui, d'après les recherches décrites plus haut, ne soit préjudiciable ni pour le fond ni pour les talus des canaux ($4\frac{1}{2}$ verstes à l'heure = 4 kilom. 800 à l'heure), il devient possible d'assurer le transport direct des chargements entre les points terminus des canaux de Ladoga (Sviriza-Schlüsselbourg) en 36 heures, c'est-à-dire de diminuer de plus de deux tiers la durée du trajet avec la traction chevaline (si l'on prend pour cette dernière une vitesse maximum de 27 verstes par jour). Obtenir cette vitesse de transport des marchandises sur la ligne des canaux de Ladoga serait donner une satisfaction aux intérêts fondamentaux du commerce d'exportation russe qui s'efforce depuis la reconstruction du système de Marie, à effectuer deux voyages de Rybinsk à Saint-Petersbourg par le même bateau, pendant une période de navigation. S'il est possible quelque part de réaliser un remorquage ininterrompu tout en conservant la concurrence de la traction animale, c'est précisément sur les canaux de Ladoga formés de deux lignes de navigation parallèles, à condition toutefois d'opérer certaine classification des chargements et d'en diriger les plus urgents par remorqueurs sur les nouveaux canaux, et les autres en nombre déterminé par la ligne des anciens canaux laquelle serait temporairement exploitée par la traction animale.

Tel est en traits généraux le schéma de la traction mécanique qui, à notre avis, correspond le mieux à l'ensemble des condi-

lions des canaux de Ladoga dans leur état actuel aussi bien au point de vue technique qu'au point de vue économique.

Cette disposition ne donne pas la possibilité de réaliser les vitesses de déplacement élevées, propres aux types actuels de trains électriques de l'Europe occidentale et de l'Amérique. D'autre part, la traction individuelle prive la région limitrophe aux canaux de tous les avantages indirects, attachés à la présence d'une source centrale d'énergie à bon marché. Si donc l'examen au Congrès de la question qui nous intéresse démontrait que malgré les conditions exposées plus haut, on pourrait employer le long des canaux de Ladoga les types d'installation de la traction mécanique qui ont si brillamment prouvé leur vitalité ailleurs, nous serions les premiers à souhaiter leur prompt application.

A raison de tout ce qui précède, nous arrivons aux conclusions suivantes :

1. La traction mécanique des bateaux sur les canaux de Ladoga, avec une vitesse de marche des trains remorqués de 4 1/2 verstes (4 kilom. 800) à l'heure, ne détériorera ni le fond ni les talus des canaux, si la profondeur d'eau dans les canaux est supérieure au tirant d'eau du bateau de soixante centimètres.

2. En attendant la solution générale du problème de la traction mécanique centrale sur les canaux de Ladoga, il est avantageux pour le commerce de développer sur ces canaux la traction individuelle par des remorqueurs en facilitant leur exploitation par des mesures d'ordre administratif et en laissant à la traction animale la faculté d'exister tant que l'effet de la concurrence ne la fera disparaître naturellement, mais en réduisant le rayon de son fonctionnement, autant que possible, à la ligne des canaux anciens.

M. F. TSIONGLINSKI et A. M. ROUND.
Ingénieurs des Voies de Communication.



THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA

PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION

OF

NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

I. Section : Inland Navigation

3. Question

Equipment of Ports of Inland Navigation

ESPECIALLY THE

ADVANCE MADE IN ELECTRIC PLANTS

GENERAL REPORT

BY

A. D. ROMANOFF

Professeur à l'Institut des Ingénieurs des Voies de Communication

NAVIGARE



NECESSE

BRUSSELS

PRINTING OFFICE OF THE PUBLIC WORKS (CO, LTD.)

169, rue de Flandre, 169

The Equipment of Internal Navigation Ports

Three papers have been submitted on this subject: one by Mr. E. Ottmann, Government Consulting Engineer, of Duisburg-Ruhrort, under the title of « The Equipment of Internal Navigation Basins, with special reference to the progress of Electrical Equipment »; one by Mr. R. B. Sheridan, Engineer to the Brown Hoisting Machinery Co., entitled « The Equipment of the Ports on the Great Lakes of North America »; and one by Messrs. B. Gervais and L. Isimbalka, entitled « Internal Navigation Ports in Russia ».

Mr. Ottmann regards the following points as appertaining to the complete equipment of a port: a convenient entrance, a rational configuration of the basins, a sufficient depth of water, quays of suitable height and sensible construction, railways and railway sidings, and powerful and rapid appliances for loading and discharging cargo.

In the case of river ports, the entrance should be located on the concave bank and form an acute angle with the channel downstream. This arrangement offers greater security to the passage of the boats in and out, and prevents the deposition of alluvium which would necessitate costly dredging operations in addition to greatly hampering the movement of vessels. The entrance to the basin should be as straight as possible and of sufficient width. The construction of bridges should be avoided; but if these be inevitable, they should be of the best type of movable bridge, though where traffic is not very brisk, a drawbridge may be superseded by a cheap swing bridge with a single span. For a busier port a swing bridge with two spans of equal length and a central pier would fulfil all requir-

ements. This class of bridge should have an uninterrupted swing of 180° , so that, by following closely behind the rearward mast of a passing vessel, it will enable a boat to enter the port while another one is going out.

The entrance to a canal port should be arranged in such a manner as to facilitate navigation in the busiest direction. In canals there should be no dread of erosion or of silting. It is also advantageous to have another entrance at the opposite end, the more so because in such case, ordinary fixed bridges of the same height as those over the adjacent canals can be used. If two entrances had to be made for a river port, the upper one would have to be fitted with locks.

The quays should, as far as possible, be straight. Where the provision of a line of rails all along the quay is not essential, advantageous conditions may be introduced by arranging the quays in bays.

The depth of a canal port should be 12-20 inches greater than that of the canal itself, and in the case of river ports the depth should be 20-40 inches below the normal bed of the river.

A width of 160 ft. at the lower end, is regarded as sufficient where the traffic is slight; but for a greater volume of traffic and larger vessels the width should be at least 330-390 ft.

Railway development should keep pace with the requirements of the port. Since the movement of the rolling stock must be effected in the intervals of loading, and must be carried out with the smallest possible delay, at least two parallel sets of rails must be provided on the quay, the full wagons being sent along one set of rails while the empties are taken away on the other. This is all the more necessary in view of the fact that the distance between the points of transshipment and the port railway station is considerable in the case of large ports.

On quays where a large quantity of merchandise is handled, it is advisable to have three sets of rails, two of which can be continuously engaged in the work of loading and discharging. In most cases the third track is more useful to forwarding agents than the storage space it occupies.

The warehouses and sheds should be erected in the rear of the third set of rails.

In places where the quay railways lead to factories, they

must, in general, be built above high watermark. In the majority of cases, however, only the flooring of the warehouses requires to be so raised, and the quay itself may be three feet below that level. If capacity to deal with a large volume of traffic rapidly be more important than dry storage room (for instance in the case of coal, timber, minerals, etc.), the level of the quay may be still lower. This not only lessens the first cost of the installation, but also reduces working expenses and loss of time.

To load goods in bulk economically with mechanical appliances, the ship should be moored to the quay broadside on, an arrangement that is feasible when the quay walls are vertical or nearly so. All projections, with horizontal stages, along the quay face, should be avoided, in order to prevent injury to the vessels, especially of the flat-bottomed type. Where the traffic is too small to justify the expense of a stone quay, a paved quay, with a gentle slope, resting on a vertical supporting wall, may be constructed, after the pattern of that provided at Duisburg-Ruhrort for a length of about 1 1/4 miles. The details of this construction are given in the paper (p. 17).

The author, leaving out of consideration such special appliances as wagon tipplers for loading vessels with coal, pneumatic or cup elevators for discharging grain from the ship into railway wagons, grain stores or mills, deals generally with cranes and travelling conveyors as being appliances of general application.

The use of fixed cranes is more and more restricted to individual sets intended for lifting heavy weights. They are advantageously replaced by powerful floating cranes.

Portable cranes are more generally employed, so that they can be moved opposite different parts of the vessel, and also because the work can be performed more rapidly by using a number of cranes at once. The bases of these cranes (portal cranes) are constructed in such a manner that one or more lines of rail can be laid between the uprights. The semi-portal crane is obtained by suppressing one of the uprights and mounting the rear set of crane rails on the shed front. A similar type (angular portal crane) for a quay with sloping edge, is illustrated in Plate 1 accompanying the paper.

Transporters form an important modification of the portal crane; and in order to enable them to serve different parts of

the vessel, they should be fitted with swing jibs, or else constructed in such a manner that the front standards can be moved to some extent independently of those on the opposite side. This type can be seen in operation at the wharves of the Krupp works at Rheinhausen.

A type of crane differing appreciably from the portal crane (which only moves at intervals, as required by the work to be done) is the travelling crane, which moves along the track each time it delivers a load, and is thus able to serve the different parts of the vessel and the various wagons of the train, without any necessity for shunting the latter.

For economic reasons it is necessary to reduce to a minimum the expensive lying — to of vessels in port, and also to shorten the time occupied in the return of railway trucks, as well as to utilise the discharging platforms to the utmost; and it is for these reasons that powerful, high-speed cranes have been constructed.

Steam cranes are built in much smaller quantity than formerly, though a good many are still in use in existing ports. In places where they can be worked without prolonged stoppages they are economical, but they are always slow to start and stop, and attended with certain inevitable inconveniences, such as smoke, dirt, noise and vibration.

When groups of cranes are to be operated, excellent results are obtained with hydraulic cranes, these being distinguished by evenness of running, the rapid attainment of high speeds, and stopping quickly. Their weak points are impossibility of limiting the power to the amount strictly necessary for the useful work, which varies with the load; expensive up-keep and high resistance of the system of hydraulic mains, etc.; stoppage of the machinery in case of frost; impossibility of applying this form of power to travelling cranes, owing to the rigidity of the pipe joints.

Electricity is the most economical of all forms of energy. On this account, and because of the ease with which electrically operated machinery can be manipulated, electrotechnology has, in a very short time, acquired an important position in the equipment of internal ports. The electrical transmission of energy very completely satisfies the general requirements of large output, reliability and freedom from danger. Electromotors are always ready for use, possess in most cases a high

initial moment, are easily controlled by the brake, and run without sudden fluctuations. Only the exact amount of energy required for the work is taken from the conducting mains. Whereas, in the case of steam cranes, the operator must exercise constant vigilance and presence of mind, coupled with considerable muscular power and robust health, the charge of electric cranes may be confided to men of weak constitution, sheltered in a suitable cab. In the majority of cases, the motors used are of the continuous-current or triphase alternating type, monophasic current being rarely employed. The triphase alternating current is the more complicated, as regards the conducting wires.

The author describes fully describes an installation of this kind with underground conductors, for the new Duisburg-Ruhrort canal.

Finally, he mentions the electric lighting of the port of Duisburg-Ruhrort, the lamps of which are lighted and turned off automatically by clockwork.

The second paper, that of Mr. B. R. Sheridan, deals with port equipment on the Great Lakes of North America.

Thanks to the mechanical transshipment of merchandise, especially freight in bulk, the extent of traffic on these inland seas has attained almost marvellous dimensions. The trade in iron ore and coal has developed there during the last half century; and in 1905, during the 6-7 months of the season for navigation, more than 34 million tons of iron ore were conveyed by boats from the upper lakes to the terminal points on the lower lakes.

Three factors have contributed to this enormous development of the traffic:

1. The facilities for loading at the upper lakes;
2. The unloading plant at the lower lakes;
3. The build of boat employed.

The first modernised dock for the loading of iron ore was constructed at Marquette about 1860, and served as a model for other ports. These docks are built of timber, and are fitted

with bunkers which are emptied through shutes that can be raised or lowered above the hatchways. A boat of the type now in use can load 10,000 tons in about an hour.

The seven best managed ports on the upper lakes have 25 docks of this kind, with 5,714 bunkers of a total capacity of more than a million tons.

The second factor, namely the means of facilitating unloading, has played the more important part, but at the same time has been the greatest source of difficulty. It was not until about 1880 that the first mechanical unloading plant that gave satisfactory results was constructed. It was installed at the port of Cleveland, and consisted of a cable transporter stretched between two standards about 300 feet apart. The standard on the shore was fitted with an articulated arm, which could be raised into the vertical position or lowered over the vessel. The cable was traversed by a trolley capable of carrying a skip holding about a ton. The various movements of the trolley, as well as the raising and lowering of the skip, were operated by a steam engine situated near the rear standard. The skips were loaded by hand in the hold, then raised by the engine and emptied on to the storage heap or discharged into wagons direct.

The subsequent improvement of this plant consisted in replacing the cable by a bridge framework, with a span of 180 feet, and in mounting the standards on wheels, thus enabling the work of unloading to be carried on all along the dock.

The storage space was increased by the aid of an extension, 90 feet in length, behind the rear standard. The ore was stocked in two parallel heaps, one situated under the main span, and the other under the extension arm. The transfer of the heaps into railway wagons was effected when there were no boats unloading, or after the season for navigation had come to an end.

The use of these appliances, which were very soon erected in all the unloading docks, both increased the rate of discharging vessels and lessened the cost of the operation. This reduction attained dimensions formerly undreamed of, when a commencement was first made in handling tender ores about twelve years ago, and self-filling skips could be advantageously employed in the holds of the vessels. These skips, usually holding 5 tons, are all of the type with two jaws and plain cut-

ing edges. In the case of the double rope self-filling skip, the weight of the skip itself has a great influence on the degree to which it can be filled, but there is now a new pattern, described on page 10 of the paper, in which the weight of the skip makes little difference to the result.

On the introduction of electrical transmission of the motive power, it became advantageous to station the operator on the trolley, so that he could travel with it and control all the movements of the skip. This type of « man trolley machine » is now regarded as the quickest and giving the maximum efficiency.

In addition to the rope-controlled self-filling skip, there is another type, in which the grab skip is carried by a rigid arm or upright, and can be raised or lowered, vertically, into the hold, by means of a system of balanced pulleys.

Although the steam engine is still employed for this class of work, it is generally conceded that electric energy is more flexible, and is preferable for various reasons. It is also found that continuous-current motors are more capable of rapid acceleration than those operated by alternating current, when heavy loads have to be handled.

Although the bulk of the lake traffic is in iron ore, an important part is also played by the coal carrying trade. The class of appliances used is very similar to that employed for iron ore, but the automatic skips hold only about two tons.

For handling soft or bituminous coal, where the question of breakage is an important matter, the ordinary wagen tipplers are replaced by an arrangement described on pages 15 and 16 of the paper.

The boats formerly plying on the lakes were of the ordinary seagoing type, with small, inconveniently situated hatches. The modern ore boats have hatches extending the full length of the hold. The engines and boilers are placed as far aft as possible, whilst the captain's bridge and wheel house are forward near the bows. Access is gained to the hold by way of hatches 12 feet apart between centres, each measuring about 9×45 feet. With the aid of four unloaders, a boat of 10,000 tons can be unloaded in 8-10 hours.

After setting out the marvellous progress made in the handling of iron ores and coal on the Great Lakes of North America, the author expresses astonishment that no practical means have

yet been devised for improving the handling of other products, which are constantly increasing in quantity.

The third paper « Internal Navigation Ports in Russia », is divided by the authors into two sections : the first containing data relating to the river ports of Russia, whilst in the second the authors endeavour to solve the chief problems arising in connection with the planning of complete equipments for new ports or enlarging those already in existence.

Owing to various causes, the most important of which is the low cost of hand labour, the mechanical equipment of most of the internal ports in Russia is still in a very primitive condition.

Most of these ports exhibit the characteristic feature of an insufficient area of water for manœuvring and anchoring the vessels, the quay space being too small and mechanical appliances almost entirely lacking.

The greatest obstacles to be overcome in the construction of ports on Russian rivers are : the great difference in level between high and low water (sometimes nearly 50 feet), and the necessity of affording protection, in the majority of instances, from the breaking up of the ice. In 1903, a floe of ice about 700 yards in length and 350 yards wide stranded against the ice-breaker at Sormovo near Nijni Novgorod.

The second part of the paper may be summarised as follows :

1. In planning out internal navigation ports, two objects must be kept in view : on the one hand the interests of the works and factories of the adjacent industrial region, and on the other the construction of basins enabling goods to be conveniently and rapidly transferred between the river and the railway, or stored for the time being until they can be re-forwarded. Moreover, it is necessary to have special basins for petroleum, timber and other goods, as well as a convenient access and a sufficient extension of wharfage, towards the centre of the town, for small boats supplying the town with local produce ;

2. In order to reduce the cost of excavation, it will be found advantageous to utilise a part of the river, or its arms, for the basin, though greater freedom in the selection of a site is afforded by cutting the basin out of the banks ;

3. Rail tracks and marshallings sidings form an indispensable portion of port equipment.

4. Even in the case of ports fully equipped with mechanical appliances, there is room for a properly organised system of hand labour ;

5. A river port should be constructed at the charge of those whom it will benefit, but the creation of ports of refuge and those in which vessels can lie up during the winter, falls chiefly on the State. The port dues and charges for the use of the mechanical appliances should not exceed certain limits ; and it must not be expected that the capital expended will bring in a normal revenue, for the enterprise itself must not be regarded as a purely commercial one ;

6. In drawing up the plans of a port and its equipment, the system of management should be decided upon ;

7. It is a matter of the first importance that unrelaxing attention should be devoted to current problems regarding the works and equipments of ports, and this should be done systematically and in accordance with a fixed plan.

The authors close their paper with the following conclusions :

1. It is necessary to devise uniform programmes of observation in connection with the technical activity and working of ports, since it is through such observations that the requisite data are obtained for drawing up plans of properly equipped ports and for improving the management of ports already in existence ;

2. It is essential that a programme of international collaboration should be drawn up, to solve the problems of port organisation and management.

It is highly desirable and opportune that collaboration should be instituted at international congresses, in order that the materials collected at the previous international congresses may be utilised, thus establishing a useful bond between the labours of the different congresses.

A. D. ROMANOFF,
Engineer.

ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

DES

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{me} Congrès - Saint-Pétersbourg - 1908

I. Section : Navigation intérieure

3. Question

Outillage des Ports de Navigation Intérieure

NOTAMMENT

PROGRÈS DE L'OUTILLAGE ELECTRIQUE

RAPPORT GÉNÉRAL

PAR

A.-D. ROMANOFF

Ingénieur des Voies de Communication, Professeur à Saint-Pétersbourg

NAVIGARE



NECESSE

BRUXELLES

IMPRIMERIE DES TRAVAUX PUBLICS (SOCIÉTÉ ANONYME)

169, Rue de Flandre, 169

Outillage des Ports de Navigation intérieure

Trois rapports ont été remis sur cette question : Celui de M. E. Ottmann, conseiller-constructeur du gouvernement, à Duisbourg-Ruhrort, sous le titre de : « Outillage des bassins de navigation intérieure, et, en particulier, progrès de l'outillage électrique » ; celui de M. R. B. Sheridan, ingénieur de la Brown Hoisting Machinery Company, ayant pour titre : « L'outillage des ports sur les grands lacs de l'Amérique septentrionale » ; et celui de MM. B. Gervais et L. Tsimbalenko, ingénieurs des voies de communication, intitulé : « Les ports de navigation intérieure en Russie ».

Dans son mémoire, M. Ottmann considère comme appartenant à l'outillage complet d'un port : une entrée commode, une configuration rationnelle des bassins, une profondeur d'eau suffisante, des quais d'une hauteur convenable et de construction rationnelle, des voies ferrées et des embranchements de chemins de fer, ainsi que des appareils de chargement et de déchargement assez puissants et rapides.

Pour les ports de rivière, l'entrée doit se trouver à la rive concave et former un angle aigu avec le chenal en descendant le courant. Cette disposition offre plus de sécurité pour le passage des bateaux à l'entrée et à la sortie et empêche les alluvions, qui non seulement exigent des dragages coûteux, mais entravent encore sensiblement le mouvement des bateaux. L'entrée du bassin doit être construite autant que possible en ligne droite et être d'une largeur suffisante. Il faut éviter d'y établir des ponts ; si l'on ne peut s'en passer, il faudra alors recourir aux ponts mobiles des meilleurs types ; cependant, avec un mouvement peu actif, on pourra, au lieu de pont-levis, se contenter d'un pont tournant peu coûteux, à une seule

portée. Pour un mouvement plus actif, un pont tournant à deux portées d'égale longueur, avec une pile au milieu, pourrait répondre aux besoins. Cette sorte de pont doit avoir un mouvement de rotation continu de 180°, de sorte qu'en suivant de près le dernier mât d'un bateau passant, il permette à un bateau d'entrer dans le port pendant qu'un autre en sort.

L'entrée d'un port de canal est disposée de manière à faciliter la navigation dans le sens où le mouvement est le plus actif. Sur les canaux, on ne doit avoir à craindre ni les érosions, ni les ensablements; aussi est-il avantageux d'établir encore une autre entrée à l'extrémité opposée, d'autant plus que, dans ce cas, on peut utiliser les ponts fixes ordinaires de la même hauteur que celle des ponts des parties du canal voisines. Si l'on avait à faire deux entrées au port de rivière, il faudrait alors munir l'entrée supérieure d'une écluse.

Les quais des ports devront être, autant que possible, tracés en ligne droite. S'il n'est pas nécessaire d'avoir une voie ferrée continue le long du quai tout entier, on pourra créer des conditions avantageuses en donnant au plan des quais une configuration dentée.

La profondeur du port de canal doit être de 0 m. 30 à 0 m. 50 plus grande que celle du canal même, et, dans les ports de rivière, de 0 m. 50 à 1 mètre plus grande que le fond normal de la rivière.

La largeur de 50 mètres en bas est considérée comme suffisante pour un faible mouvement, mais, pour un mouvement plus actif, avec de larges navires, elle ne doit pas être inférieure à 100 ou 120 mètres.

Le développement des voies ferrées doit être en rapport avec les besoins de l'activité du port. Comme le mouvement du matériel roulant doit avoir lieu dans les intervalles de chargement et être aussi rapide que possible, il est nécessaire d'avoir sur le quai au moins deux voies parallèles : pendant qu'on emmène les wagons chargés sur une voie, on amène les wagons vides sur l'autre. C'est d'autant plus nécessaire que dans les ports les plus importants, entre la gare du port et les points de transbordement, la longueur des voies ferrées est assez grande.

Pour les quais où se produit un mouvement actif de marchandises, il est bon d'avoir trois voies, sur deux desquelles on pourra faire continuellement les opérations de chargement et de déchargement. Le plus souvent, la troisième voie est plus utile aux expéditeurs qu'une place de dépôt ainsi perdue.

C'est seulement derrière la troisième voie de chemin de fer qu'on peut installer les magasins d'expédition et les dépôts.

Dans les endroits où les voies ferrées des quais doivent mener à des établissements industriels, elles devront être posées, en général, plus haut que le niveau maximum de l'eau. Mais, dans la plupart des cas, il n'en est ainsi que pour le plancher des magasins de dépôt; quant au quai lui-même, il peut se trouver à un mètre au-dessous du niveau maximum de l'eau. Si l'on a en vue plutôt l'intensité du trafic que la question d'avoir un lieu de dépôt plus ou moins sec (par exemple pour le charbon, le minerai, les bois, etc.), on peut encore abaisser le niveau du quai. On y gagne non seulement une économie sur les premières dépenses d'installation, mais encore une réduction des frais d'exploitation et des pertes de temps.

Pour opérer d'une façon économique le chargement de marchandise en masse à l'aide de machines, le navire doit être amarré dans toute sa longueur contre le quai; cette disposition est possible surtout avec les quais à murs presque verticaux. Il faut éviter, sur la façade, toute espèce d'échancrures avec plates-formes horizontales, pour ne point endommager les bateaux, surtout ceux à fond plat. Dans les endroits où le trafic n'est pas assez important pour justifier, au point de vue économique, la construction coûteuse d'un quai de pierre, on pourrait construire un quai pavé, en pente douce, reposant sur un mur d'appui vertical, dans le genre de celui qui a été construit à Duisbourg-Ruhrort, sur un parcours d'environ 10 kilomètres; cette construction est décrite en détail par l'auteur du rapport (p. 7).

Laissant de côté les constructions spéciales, comme les culbuteurs destinés à décharger le charbon des wagons dans les bateaux, ainsi que les élévateurs pneumatiques ou à godets, à chaîne sans fin, pour transporter les grains des bateaux dans les wagons de chemins de fer, dans les dépôts-greniers ou dans les moulins, le rapporteur prend en considération les grues et les ponts-déchargeurs comme appareils d'un usage général.

L'emploi des grues fixes est limité de plus en plus à des constructions isolées destinées à soulever de lourdes pièces. Elles sont remplacées avec avantage par des grues flottantes d'une grande puissance.

En général, on se sert de grues mobiles, afin de pouvoir les placer en face des différentes parties du bateau et aussi afin de pouvoir en utiliser à la fois un certain nombre pour activer le plus possible les opérations de transbordement. La base en est construite

de manière à pouvoir faire passer entre les montants verticaux une ou plusieurs voies de chemins de fer (grues à portail). En supprimant un des montants et en posant, pour les roues de la grue, le second fil de rails sur le bâtiment du hangar, on aura la grue à demi-portail. La figure de la planche I, annexée au rapport, montre une construction analogue sous forme de grue d'angle à portail pour le quai avec le bord à pente douce.

Une modification importante des grues à portail sont les ponts déchargeurs. Pour desservir commodément les différentes parties du bateau, ces ponts doivent être munis d'une volée tournante, ou bien être construits de telle manière que le montant le plus voisin du bord du quai puisse, dans une certaine mesure, se déplacer indépendamment du montant opposé, comme on peut le voir dans le port de l'usine Krupp, à Rheinhausen.

Un type de grue qui se distingue sensiblement des grues à portail, lesquelles se déplacent horizontalement, non pas après chaque manœuvre avec la charge, mais seulement de temps en temps, quand le travail à affectuer l'exige, ce sont les grues roulantes, qui, dans les opérations de chargement et de déchargement, changent de place presque à chaque manœuvre avec la charge pour desservir ainsi les différentes parties du bateau et les divers wagons du train, sans que ce dernier soit obligé de faire des manœuvres.

Les raisons économiques qui obligent d'abréger, autant que possible, d'une part le temps coûteux de stationnement pour les bateaux, et de l'autre, la durée de roulement pour les wagons des chemins de fer, et d'utiliser, le plus possible, les plates-formes de déchargement, ont conduit à construire des grues d'une grande force pouvant travailler rapidement.

On construit de moins en moins des grues à vapeur, mais il s'en trouve encore beaucoup dans les ports actuels. Dans les endroits où elles peuvent fonctionner sans de grandes interruptions, elles peuvent fournir un travail économique. En tout cas, la mise en train et l'arrêt en sont relativement lents, et il n'y a guère moyen de remédier à des inconvénients tels que la fumée, la saleté, le bruit et les vibrations.

Dans le travail des grues par groupes, on obtient d'excellents résultats avec les machines hydrauliques, qui se distinguent par leur marche régulière et permettent de développer rapidement une grande vitesse et d'arrêter très vite le mouvement. En voici les côtés faibles : il est impossible de se borner à l'énergie stricte-

ment nécessaire pour le travail utile variant avec la charge; l'entretien du réseau de conduites d'eau coûte très cher et elles donnent lieu à des résistances notables; le travail de la machinerie s'arrête lors de la congélation de l'eau travaillant sous pression; cette forme d'énergie ne peut s'appliquer aux grues roulantes faute de mobilité des raccords de conduites.

De tous les genres d'énergie, le plus économique est fourni par l'électricité. Pour cette raison et grâce aussi à la facilité de manipulation des machines auxquelles elle s'applique, l'électrotechnique a conquis en très peu de temps une place importante dans l'outillage des ports intérieurs. La transmission électrique de l'énergie satisfait, au plus haut degré, les exigences générales d'une grande production sûre et sans danger. Les électromoteurs sont toujours prêts à travailler, possèdent le plus souvent un grand moment initial, sont faciles à freiner, et marchent sans changements brusques. On ne prend sur le réseau des fils conducteurs que la quantité d'énergie nécessaire. Tandis qu'avec les grues à vapeur, le mécanicien doit joindre à une vigilance constante et à la présence d'esprit une grande force musculaire et une santé robuste, avec les grues électriques on peut employer des personnes même d'une faible constitution, en les installant dans une guérite bien propre. Le plus souvent, l'on a affaire aux moteurs à courant constant ou alternatif triphasé, bien plus rarement, à courant monophasé. C'est avec les courants alternatifs triphasés que les conduites sont les plus compliquées.

Le rapporteur fait la description détaillée d'une telle application avec des conducteurs souterrains pour le nouveau canal de Duisbourg-Ruhrort.

Il parle, en terminant, de l'éclairage électrique du port de Duisbourg-Ruhrort; les lampes s'allument et s'éteignent automatiquement au moyen d'horloges.

Le deuxième rapport est dû à M. B. R. Sheridan, et a pour objet l'outillage des ports sur les grands lacs de l'Amérique septentrionale.

Grâce au transbordement mécanique du fret, en vrac spécialement, l'extension du trafic sur ces mers intérieures tient presque du merveilleux. Le commerce des minerais de fer et des charbons s'y est développé pendant ces cinquante dernières années, et

en 1905, pendant les six à sept mois que dure la saison de navigation, il fut transporté par bateaux plus de 34 millions de tonnes de minerai des lacs supérieurs vers les points terminus des lacs inférieurs.

Trois facteurs ont contribué à cet énorme développement du trafic :

- 1° Les facilités de chargement sur les lacs supérieurs ;
- 2° L'outillage de déchargement sur les lacs inférieurs ;
- 3° La forme des bateaux.

Le premier dock perfectionné pour le chargement de minerai a été construit à Marquette vers 1860 et a servi de modèle pour d'autres ports. Ces docks sont bâtis en bois et comportent des soutes ou des poches. Elles se vident au moyen de conduits de chute qu'on peut lever ou abaisser au-dessus des écoutilles du bateau. Un bateau du type actuel peut embarquer 10,000 tonnes en une heure environ.

Les sept ports les mieux aménagés sur les lacs supérieurs ont 25 docks de ce genre, avec 5,744 soutes d'une capacité totale de plus de 1 million de tonnes.

Le second facteur, c'est-à-dire les moyens de faciliter le déchargement, a joué le rôle le plus important, mais en même temps a occasionné le plus d'embarras. Ce n'est que vers 1880 que l'on bâtit le premier déchargeur mécanique ayant donné des résultats favorables. Il fut monté au port de Cleveland. L'installation consistait en un câble transporteur tendu entre deux pylones éloignés l'un de l'autre de 300 pieds environ. Le pylone de rive était muni d'un bras articulé qui pouvait être levé dans une position verticale ou abaissé au-dessus du bateau. Sur le câble on pouvait faire courir un trolley capable de transporter un godet d'une capacité d'une tonne. Les divers mouvements du trolley, ainsi que le levage et la descente du godet étaient commandés par une machine à vapeur installée près du pylone d'arrière. Les godets étaient remplis à la main dans la cale du bateau, élevés ensuite par la machine et vidés sur le monceau d'approvisionnement ou déchargés directement dans des wagons.

L'amélioration ultérieure consista en ce qu'au lieu d'un câble on employa une charpente de pont de 180 pieds de portée, et que les deux pylones de support furent montés sur roues. Le déchargeur pouvait ainsi être déplacé sur toute la longueur du dock.

La travée entre les pylones fut encore allongée par un porte-à-

faux d'environ 90 pieds au delà du pylone d'arrière. Le minerai était entassé en deux monceaux parallèles, l'un sous la travée principale et l'autre sous le bras en porte-à-faux. Le transbordement des monceaux dans les wagons de chemin de fer s'effectuait lorsqu'il n'y avait point de bateau à décharger, ou après la clôture de la saison de navigation.

L'application de ces engins qui se sont très vite répandus dans tous les docks de déchargement a permis non seulement d'augmenter la rapidité du travail de transbordement des bateaux, mais encore de réduire très notablement le coût de cette opération. Cette réduction atteignit des dimensions qu'on n'eût pu rêver autrefois quand on commença à traiter les minerais tendres, il y a environ douze ans, et qu'un godet à remplissage automatique put être employé avec avantage à l'intérieur de la cale des bateaux. Ces godets, le plus souvent d'une capacité de 5 tonnes, sont tous du type à deux lames ou grappins avec arêtes tranchantes lisses. Pour le godet automatique à double câble, le remplissage complet dépend, dans une large mesure, du poids propre du godet. Mais il en existe un type nouveau où le poids propre du godet n'a que très peu d'importance et dont la description se trouve à la page 10 du rapport.

Après l'introduction du transport électrique de la force motrice, il devint avantageux que le mécanicien se déplaçât avec le trolley et contrôlât tous les mouvements du godet. Ce type de « man trolley machine » est à présent considéré comme le plus rapide, et donnant le rendement maximum.

A côté des godets automatiques à commande par câbles, il y en a un autre type où le godet à grappins est porté par un bras ou montant rigide et peut être levé ou abaissé verticalement dans la cale du bateau au moyen d'un système de poutres de suspension équilibrées.

Bien qu'à présent on construise encore des engins fonctionnant par l'énergie de la vapeur, on est d'accord pour admettre que l'énergie électrique est plus souple et à divers points de vue préférable. Et l'on trouve les moteurs continus plus susceptibles d'une accélération rapide que ceux à courant alternatif, lorsqu'on a de lourdes charges à manipuler.

Quoique le minerai de fer représente la plus grande partie du transit des lacs, le trafic des charbons y joue aussi un rôle important. Les types de machines sont sensiblement les mêmes que ceux

employés pour la manutention des minerais de fer, mais les godets automatiques n'ont qu'une capacité de deux tonnes environ.

Quant au chargement de charbon tendre ou bitumineux, la question du bris est très importante, et au lieu des installations ordinaires à culbuter les wagons, on a recours à une disposition que le rapporteur décrit aux pages 15 et 16 du mémoire.

Les bateaux anciennement employés sur les lacs étaient du type ordinaire qu'on voit actuellement sur l'Océan. Les écoutilles étaient de petites dimensions et d'un emplacement défectueux. Les bateaux modernes pour le transport des minerais présentent une cale s'étendant sur toute la longueur utile du bateau; les machines et les chaudières sont placées le plus en arrière que possible, tandis que la passerelle du commandant et la cabine du timonier se trouvent le plus près possible de l'avant. On accède à la cale par des écoutilles espacées de 12 pieds environ, d'axe en axe, de l'avant vers l'arrière et chacune d'elles mesure environ 9×45 pieds. Avec une batterie de quatre déchargeurs on peut vider un bateau de 10,000 tonnes en huit à dix heures de temps.

Après avoir constaté les progrès merveilleux opérés dans la manutention des minerais de fer et des charbons sur les grands lacs de l'Amérique septentrionale, le rapporteur exprime son étonnement de ce que rien de pratique n'y a été imaginé pour perfectionner la manutention des autres produits, dont la quantité s'accroît d'une manière continue.

Le troisième rapport : *Les ports de navigation intérieure en Russie*, est divisé par ses auteurs en deux parties : la première renferme des données sur les ports des rivières russes; dans la deuxième, les auteurs cherchent à élucider les questions principales qui se présentent lors de l'étude des projets d'établissement complet de nouveaux ports ou d'agrandissement des anciens.

Par suite de différentes causes, dont la plus importante est le bas prix de la main-d'œuvre, l'outillage mécanique de la plupart des ports intérieurs de la Russie est encore dans un état très primitif.

Pour la plupart des ports russes de navigation intérieure, on peut regarder comme des traits caractéristiques, que leur surface d'eau est à peine suffisante pour les manœuvres et le mouillage

des bateaux, que leurs quais ont peu de développement et que l'outillage mécanique fait presque défaut.

Les plus grands obstacles à surmonter, lors de la construction de ports sur les rivières russes, sont : de grandes différences de niveau entre les hautes et les basses eaux (parfois plus de 15 mètres) et la nécessité de protéger la plupart des ports contre la débâcle des glaces. En 1903, contre le brise-glace de Sormovo, près de Nijni-Novgorod, a échoué un glaçon de 650 mètres de longueur sur 320 mètres de largeur.

Quant à la deuxième partie du rapport, on peut la résumer comme suit :

1° Dans les projets de ports de navigation intérieure, il faut avoir deux objets en vue : d'une part, les intérêts des usines et fabriques du rayon industriel donné, et d'autre part, la construction de bassins permettant un transbordement commode et rapide des marchandises entre la voie fluviale et le chemin de fer, ou leur dépôt provisoire en attendant leur réexpédition. En outre, il est nécessaire d'avoir des bassins spéciaux pour le pétrole, les bois et autres marchandises, ainsi qu'un accès commode et une ligne d'accostage suffisamment développée, vers le centre de la ville, pour les petits bateaux qui approvisionnent la ville de produits locaux ;

2° En vue de diminuer les frais des travaux d'excavation, on trouvera plus d'avantage à utiliser pour le bassin une partie de la rivière ou de ses bras, mais on aurait plus de liberté dans le choix de l'emplacement en creusant le bassin du port dans la rive même ;

3° Les voies ferrées et les gares de répartition forment une partie indispensable de l'outillage des ports ;

4° Même dans les ports à outillage mécanique perfectionné, il y a lieu de recourir parallèlement au travail manuel régulièrement organisé ;

5° Un port de rivière doit être construit aux frais de celui qui en a besoin, mais la création de ports de refuge et d'hivernage pour les bateaux incombe surtout à l'État ; le taux de la rétribution pour l'usage du port, de l'outillage mécanique, etc., ne doit pas dépasser certaines limites, et il ne faut pas compter que le capital qui a été dépensé pour l'aménagement rapporte ainsi un revenu normal, car l'entreprise elle-même ne peut être regardée comme purement commerciale ;

6° En établissant le projet du port et de son outillage, on en devra déterminer le mode d'exploitation;

7° Il est de toute importance d'étudier sans relâche les problèmes courants relatifs aux travaux des ports et à leur outillage, et cette étude doit se faire d'après un programme systématique et complètement déterminé.

Les auteurs du rapport terminent par les conclusions suivantes :

1° Il est nécessaire d'élaborer des programmes uniformes d'observations sur l'activité technique et l'exploitation des ports, car c'est par ces observations que l'on obtiendra les données nécessaires pour établir les projets de ports à outillage rationnel et pour perfectionner l'exploitation des ports existants;

2° Il est indispensable d'élaborer un programme de concours international pour la solution des problèmes d'exploitation et d'organisation des ports.

L'institution de concours aux Congrès internationaux est fort désirable et opportune, pour utiliser les matériaux réunis dans les congrès internationaux précédents, ce qui établira une liaison, hautement désirable, entre les travaux des différents Congrès.

A.-D. ROMANOFF,
Ingénieur.

THE LIBRARY
BY THE
MUSEUM OF THE CITY OF LONDON

PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION

OF

NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

I. Section : Inland Navigation

3. Question

Equipment of Ports of Inland Navigation

ESPECIALLY THE

ADVANCE MADE IN ELECTRIC PLANTS

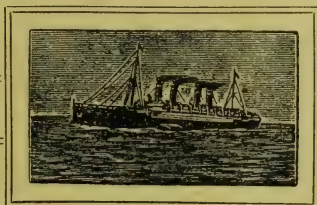
REPORT

BY

OTTMANN

Regierungs- und Baurat.

NAVIGARE



NECESSE

BRUSSELS

PRINTING OFFICE OF THE PUBLIC WORKS (CO, LTD.)

169, rue de Flandre, 169

EQUIPMENT OF THE INLAND HARBOURS

with more especial reference to progress made in their

ELECTRIC INSTALLATIONS

Although, compared with the railways, the waterways have the advantage that loading can take place at any point in their course, transfers of this kind will in reality be limited to chance consignments. In particular all waterways can in this way be made subservient to agricultural needs, on the one hand for the cheap conveyance to the land of artificial manures or of natural manure from the town, and on the other for the no less cheap despatch of the land produce.

Where, however, the regular shipment of bulk goods, the despatch of which is in the first line the business of the waterways, is in question, suitable transfer arrangements consisting of a properly constructed bank, appropriate loading and discharging appliances, and the necessary railways and roads, have to be provided.

In regard to the rapid and convenient approach and departure of the vessels the special adaptation of a section of the bank for transfer work is very much to be recommended. Suitable stretches of this kind along the banks of the rivers are somewhat rare. It is necessary that the stretch in question lie in a concave that is not liable to be sanded up, and that it approach the river, or can be made to do so, in suitable height above the water. Such transfer stations in the open river, especially advantageous as they are for the rapid working of the vessels, have the disadvantage, that the latter run the risk of being driven from their moorings during floods and are not afforded protection against drift ice. The shore works are, moreover, very expensive, the more so that their foundations have to be

carried to such a depth that in case the river bed has subsequently to be considerably lowered they may be safe against being undermined.

In the case of canals the breadth of which is limited, the bank can be used for loading and discharging only when a basin running parallel with the axis of the waterway is constructed, which then represents the simplest form of an inland harbour.

All important inland harbours consist of one or more dock-basins, which communicate with the waterway by means of a short entrance or by a harbour-channel. By this means the required increase of length of the stretch of bank at the transfer place is provided. On the artificial waterways the desirable separation of the transfer traffic from the through-traffic is thus provided, while on the rivers the dock-basins further afford protection to the vessels against floods and drift ice. In view of this the river harbours must in every case be encompassed by a reliable harbour dike.

If the harbour is to be protected, not only against the flow of the current, but also against floods, the dam must take the form of a closed ring-dike and must be provided with a lock. The chief advantage of this arrangement is that the transfer appliances can be constructed for a depth of water that varies only within moderate limits. In order to cope with the leak-water, which forces its way into the basin, a large pumping plant has to be provided. In general the inland harbours are constructed on the open principle, because high states of the water, which comparatively seldom occur, are a lesser evil than the loss of time by which the working of one or more locks is attended, not to mention their high cost of construction.

In the complete equipment of a harbour must be included a good entrance, a suitably formed basin, a sufficient depth of water, banks of the right height and of proper construction, complete lines of rails and connections with a railway, and efficient loading and discharging appliances.

In order that a river harbour may remain in constant navigable connection with the channel of the stream, its entrance must lie on a concave. It must point down-stream at a sharp angle, so that the vessels may get safely in and out, and in order that silting up, which not only entails heavy expense for dredging, but also greatly obstructs the traffic, may not occur. To facilitate manœuvring and enable the captains of vessels to see

their way, the entrance must be made as straight as possible and of ample width. Bridges must, in way of it, be avoided as far as possible. Where, then, the arteries of traffic already in existence at all admit of it, the lines of rails and roadways must be led on the side away from the harbour entrance — that is to say, generally at the up-stream end — round to the banks and tongues between the harbour and the waterway. Should, however, a bridge be unavoidable, it should be of the swing pattern and of the most perfect construction in order that vessels which have to load and discharge with their masts standing may not have to strike these at their entrance and departure. When the traffic is brisk and the height of the roadway suitable, the lever draw-bridge is the one most to be recommended because it need not be set in motion until the vessel is close up to it and because it can be very quickly opened and closed. Where there is less traffic, the cheaper one-armed bridge is to be preferred. In both cases the bridge abutments are to be arranged on the sloping bank of the canal, and the waterway is to be carried through in undiminished width. Only in the case of exceptionally brisk traffic, which requires a moveable bridge each for the entrance and departure ends, will a draw-bridge with two arms of equal length and a central abutment be suitable. This bridge should be arranged to turn, and be capable of being operated in such a manner that it does not come to rest in its open position, but — following close behind the last mast of the passing vessel — carries out the complete turn of 180° in such a manner that two vessels may pass at once, one in the ingoing and the other in the outgoing direction.

From a harbour-channel several basins, each of not more than 1 to two kilometres in length, may suitably be arranged to branch off at a considerable angle. Short and convenient waterways for the vessels are thus obtained; good turning-places are without difficulty provided, and the great desideratum is rendered possible of being able to reserve single basins of moderate length entirely or at least principally for certain particular purposes. Separate districts are thus created for traffic in timber, grain, coal, ore, and suchlike commodities, and for industrial undertakings.

When, however, the harbour arrangements are of great extent, it is desirable that a special entrance be created for a new group of basins, which latter may appropriately be placed in

direct communication with the other groups. Otherwise there is the danger that a blocking of the entrance, which may result from a mishap to one of the vessels, may bring the whole work of the harbour to a standstill.

It is customary to arrange the entrance to a harbour in such a manner that there is convenient navigation in the direction for the most part taken by the traffic. Since neither through currents nor silting up have to be contended with in canal harbours, where the form of the bottom admits of it, a second entrance at the opposite end is advantageous, and is the more admissible that in this case there is no objection to the arrangement of fixed bridges of the same height as those of the contiguous reaches of the canal. River harbours, however, when arranged with a second entrance at their upper ends must in each case be provided with a lock.

A straight-lined bank is for the harbour works a desideratum. Provided the line of rails along the bank does not require to run through without a break, an advantageous utilization of the bank is one in which the ground plan of the harbour takes the form of a saw. This form may be applied to long basins in order to narrow them gradually towards their ends, when the number of vessels likely to be in the harbour at once, whether shifting cargo or lying idle, is not so great that a larger expanse of water must be provided. The saw-shaped ground-plan is, however, always attended with a certain degree of inconvenience for the shipping, because in approaching and leaving the quay vessels cannot avoid a certain amount of athwartship movement.

The soles of the canal harbours may be suitably arranged at from 0.3 to 0.5 m. greater depth than that of the canal itself, because in the course of the brisk transfer and other work of the harbour various objects fall into the water and are apt to injure the bottoms of the vessels. In river harbours this extra depth of the harbour sole over the normal figure should, if possible, amount to from 0.5 m. to 1 m. in order that fully loaded vessels may not take the ground even at exceptionally low states of the water.

The breadth of the sole must be determined by local circumstances. When the traffic is inconsiderable, 50 metres may be looked upon as sufficient; if it become brisker and broad ves-

sels have to be provided for, the breadth chosen should not be less than from 100 to 120 metres.

The railway facilities must be suited to the requirements of the traffic. They must be so arranged as to admit of extension, and must at the outset be of very ample extent. Consideration must be paid to the circumstance that while railway trucks are being moved about the operations of loading and discharging have to be discontinued. The railway work must, then, as far as possible be done in the intervals between the periods of transfer-work, and so arranged as to occupy the shortest possible space of time. In view of this there must be at least two lines of rails, which can then be used alternately. The newly arrived trucks are shunted into one of these, which may be unoccupied; the full trucks from the other line are then led away, so that the course is clear for further operations. A method of working of this kind is the more necessary that in all the larger harbours long lines of rails become necessary between the transfer places and the harbour railway-station.

At quays at which a brisk traffic in bulk goods goes on it is advisable that three lines be provided, so that loading and discharging can always proceed on two of them at once. As a rule the third of these lines is of more importance to the freighters than the space which has to be given up for it.

The despatching-sheds and storing houses must be kept on the landward side of the third line of rails.

All banks should be provided with ample lighting installations, stairs, and facilities for the supply of drinking-water. For the mooring and warping of the vessels mooring-hoops and rings, samson-posts or bollards, and windlasses in sufficient numbers must be provided, and posts and guides must be arranged at suitable places. In way of all steep bank defences chafing-posts or rope-fenders must be at hand.

The height of the bank is to be regulated according to the necessities of the traffic and the local conditions. Where the lines of rails on the bank head have to be led into industrial establishments, it is important that they should enter these at points that are in general above the level of high water. In most cases, however, it will suffice if the loading and discharging platform of the transfer-sheds lying at a height of 1.12 m. above the upper edges of the rails is kept above high water, so that the crown of the bank can be arranged at about

1 meter below the highest flood-mark. Where less consideration has to be bestowed on the dry storage of the goods — as, for instance, in the cases of coal, ore, timber and suchlike commodities — than to facilities for the rapid transfer of bulk goods, a still lower position for the crown of the bank is desirable. By this means not only is the cost of construction of the works considerably reduced, but — what is of much more importance — the daily work is cheapened and expedited. From an economical point of view it is not justifiable, for the sake of avoiding a flooding of the transfer-bank which may recur once in a decade, to build up this latter to such a height that during regular continuous work the loading and discharging plant stands several metres higher than would otherwise be necessary, entailing a useless expenditure of power, a loss of time, and a considerable reduction of the capacity of the transfer-bank for work. In spite of the most efficient transfer-facilities, it is possible to increase the average yearly traffic per metre length of bank — as has for instance been done in some of the Duisburg-Ruhrort harbours — to 10,000 kgs only when the transfer-bank is of moderate height.

The banks which are not used for the transfer-traffic can be sloped for their full height, and may be defended above by stone pavement and below water by stone packing, as may be found necessary. For plant for the construction and repair of vessels, with which every harbour of importance should be provided, the head ends of the basins will often have to be set apart. The banks are then to be laid at a slope of 1 to 10 and provided with patent slips for the laying dry of the vessels.

The banks that are to serve the purposes of the transfer-traffic always require to be constructed in a special manner, except where the vessels — as is to a great extent the case in the waterways of the Margraviate of Brandenburg in spite of the very considerable traffic there — are loaded and discharged over their bows by the aid of wheelbarrows. When, however, transfer-work is carried on by machinery, which for coping with large quantities of goods is from an economical point of view desirable, the vessel must in each case lie broadside on to the bank and as close to the latter as possible. For this purpose a wall which at its side presented towards the water is almost vertical is the most efficient. Horizontal stepping in its front surface should in every case be avoided, since the vessels are

apt to ground upon these and suffer damage. Especially is this the case with river and sea going vessels of full section with bilge keels, which, particularly for the traffic on the Rhine, are becoming of more and more importance. In places in which the transfer work is not so considerable that the construction of an expensive quay-wall appears justifiable from an economical point of view, a sloping paved bank with steep foot-post is to be recommended. A construction of this kind which has been adopted in the new parts of the Duisburg-Ruhrort harbour for a length of nearly 10 kilometres is shown in Plate I, fig. 1. It consists of a strong sheet piling of hydraulic ferro-concrete 0,11 m. in thickness. Buttresses made of hydraulic ferro-concrete piles are constructed at intervals of 6 metres with a slope of 4 : 1 on the land side as well as towards the water. The 0.25×0.25 m. traction-piles are provided with barbed hooks. The pressure piles must, in addition to the pressure of the earth, be able to withstand the bumping of the vessels moored alongside them, and have in consequence been provided with a section of 0.25×0.30 m. On the conclusion of the pile-driving work the iron intermediate layers of the upper pile and plank parts are laid bare by the removal of the hydraulic concrete and connected one with another. After this, by the insertion of horizontal intermediate layers well connected together by wirework, a through-going head-beam of hydraulic concrete was created, which acts as a support to the pavement of the sloping bank. The total cost came to about 150 marcs per metre length of bank.

If the special apparatus for the transfer work be left out of account, the principal of which are the tip-mechanism for discharging the coals from the railway trucks into the vessels and the elevators provided with buckets or worked pneumatically for the discharge of grain from hold into truck, warehouse, or mill, there remain, as appliances of common use, the cranes and the transfer-derricks.

The construction of fixed cranes is becoming more and more confined to cases in which single very heavy weights have to be dealt with. In place of these the adoption of a floating crane of large capacity is often to be recommended.

Cranes are in general of the locomotive description, in order that they may be able to move along to the various loading and discharging places of the vessels, and to enable a larger number

of them to be drawn together to a single vessel so as to complete the work on her as quickly as possible. The substructure of the crane can then with advantage be so constructed that a line of rails or several such run between its vertical supports — complete porch-crane — or that the rails may pass between one of the vertical supports and the warehouses. The crane-bridge then finds its second point of support on a rail attached to the building and continued beyond the latter on an iron framework. The latter kind is known as the semi-porch or angle-porch-crane ; it may very suitably be applied on a sloping transfer bank somewhat in the manner shown in Plate I, fig. 1.

An important variety of the complete porch crane is the loading-bridge. If a runner bearing the load traverses its lower flange, the goods to be moved take the shortest way and very high speed can be given to this motion. Such arrangements are, therefore, of special advantage for bulk goods when these have to pass to or from very deep store-houses. To enable different compartments of a vessel to be worked simultaneously, it is advisable that the derrick be arranged so that it can turn, or that the loading-bridge be so constructed that the side of the substructure next the water can to a certain extent be moved along independently of the side towards the land, as, for instance has been done by the Aktiengesellschaft J. Pohlrig of Cologne o. Rhein in the Rhenish harbour of Rheinhausen belonging to the Aktiengesellschaft Friedrich Krupp.

The porch-cranes, which are not as a rule moved along in the horizontal direction after every lift, but only from time to time proceed to another place of operations, there to remain at work for a considerable time, differ considerably from the travelling cranes. These shift their point of loading and discharging almost with every lift, move the weight in a horizontal direction while it is being raised, lowered, or swung round, and thus effect the transfer between the different compartments of a vessel and the various trucks of a train without warping or shunting becoming necessary. Although these cranes require a broad path, the valuable area taken up by which cannot be used for other purposes, and also have to be provided with long jibs, they are preferred for bulk work on account of their great capacity for work and because the loading and discharging of a vessel has to proceed evenly along her whole length.

The economical necessities of shortening the expensive lying

time of the vessel on the one hand and the running time of the railway trucks on the other as much as possible, and of making the most of the transfer-places themselves, leads to the use of cranes of very large capacity and high speed of working.

While not long ago the crane-load was often confined to 2,000 kgs and seldom exceeded 4,000 kgs, nowadays in the case of brisk bulk-good transfers the gross weight including the dead load of the lifting appliance will hardly be less than 5,000 kgs and ranges up to 10,000 kgs with an outreach of 16 metres. With this the loading platform of the sheds on the landward side can be reached over three lines of rails, and on the side next the water two ships lying alongside of each other can be worked at once.

With the increase of the crane-load, however, not only is the capacity for work increased, but the specific expenditure of power is at the same time reduced. According to the *Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure*, 1907, page 370, there was used for the cranes in the Bremen harbour, which were constructed by the « Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg » in connection with the « Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft », of Berlin, for a full equipment of these appliances for

500 kgs	69 Watt-hours
1,000 »	88 »
1,500 »	117 »
2,500 »	170 »

so that for these four different weights consumptions of current of 138, 88, 78, and 68 Watt-hours per 1,000 kgs respectively take place.

It need hardly be observed that the hoisting appliances in the larger harbour plants cannot be worked by hand.

Although new steam cranes are probably seldom now ordered, yet there are still many of them at work in the existing harbours. Except for isolated pieces of work, however, it will be possible to make full economical use of steam cranes only when these are kept uniformly employed during the whole of the working-hours — not when frequent interruptions take place. In every case the operations of setting them going and of braking them are relatively slow, and the annoyances caused by smoke, dirt, noise, and shocks can hardly be avoided.

In group-work excellent results are obtained by means of press-water plants, which admit of rapid starting and stopping and in connection with which, on account of the even and slow action of the piston, the satisfactorily small kinetic energy of the moving masses is produced. But these advantages are also accompanied by disadvantages. The work applied cannot be proportioned to the effective work, which varies with the amount of the load. In the leads, the upkeep of which is expensive, considerable resistances occur. Finally, quickly-running travelling-cranes will not work, because of the relatively inelastic nature of the pipe-leads.

Of all forms of energy electricity works the most economically, since in its case the percentage of efficiency is the greatest. By reason of this and of the ease of handling of the machinery to which it is applied, electrical engineering has within a very short time won for itself the most honoured place also in the equipment of the inland harbours. The electric starting appliance in a high degree meets the requirement common to all applications, of great capacity for work combined with reliability in service. The electromotors are always ready for work, they generally have a high starting-moment, can be easily braked, and continue to turn without jar. Only the energy really necessary for the performance of work is taken from the piping. The greater or less degree of skill and attention shown by the crane-man may be controlled by the direct reading off of the figures, which give the amount of power used with unquestionable accuracy. On the clean, noiseless, and easily supervisable working platform men who are feeble in body can usefully be employed, while in steam work the engine-man must, in addition to circumpection and presence of mind, have considerable bodily strength and enjoy thoroughly good health.

In Germany the first electrically-driven harbour-cranes were constructed by the «Eisenwerk vormals Nagel & Kaemp, Aktiengesellschaft», of Hamburg-Uhlenhorst, in connection with the «Union Elektrizitäts-Gesellschaft», of Berlin, in 1890, for the Hamburg harbour. Since then all the larger German inland harbours, with the sole exception of that of Cologne o. Rhein, have been equipped with electrically-driven hoisting apparatus.

At the outset only continuous current came under consideration as an electric motive power, and the motors were even provided with shunt winding. The intention hereby was to

make use of the property possessed by these motors of automatically giving back current into the circuit, without any reversal when loads were lowered. For since a group of vessels that are loading are always accompanied by a number which are being discharged, a considerable reduction of the energy to be applied at the power-station might be expected. It was soon recognized, however, that in case of high voltages the shunt-motors are machines of too sensitive a kind for hoisting appliances, that their property of automatic regulation of the speed of revolution is too weak, and above all that the starting energy developed by them is not great enough for crane work. The use of the shunt-motors was then for harbour work subsequently confined to the cases in which large masses, such as those of movable bridges, coal-tips, or lock gates had to go through movements of relatively small extent, in which the main-current motors cause considerable jar in the end positions.

In recent years the Leonhard connection has — especially by the « Siemens-Schuckert Works », of Berlin — been repeatedly and advantageously used for such cases. Under this system the primary continuous or three-phase current drives a motor which is coupled with a continuous-current dynamo. The voltage of these can be regulated in numerous steps from zero to that ordinarily required, which is 220 or 500 volts. The speed of the starting-motor corresponds exactly with the voltage to which the latter has on each occasion been set, and can therefore be made use of by the motor-man by suitable small and perfectly reliable steps. That the steering-rollers, which are otherwise often used as starting-appliances, and which by reason of the current reversals which they have to withstand are subject to considerable wear and tear, can on the application of the Leonhard connection be dispensed with, partly counterbalances the disadvantage that the starting-engine has to be introduced into the system as a new intermediate link.

For crane work, however, the main-current motors came into general use after they had shown their excellence under the unfavourable circumstances of tram-car service. The completely encased main-current motors are very little affected by dust and moisture; they have a high starting-moment; they are well able to bear suddenly arising pulsations of the current; they increase their speed of revolution in an excellent manner if the load becomes less, and they therefore raise small loads at propor-

tionately higher speed. The inconvenience of having to attend to their brushes and collectors may be mentioned as their only disadvantage.

To avoid the necessity of having to make continuous-current installations uneconomically large, they are equipped with accumulator-batteries, which not only effectually reduce the pulsations of the current and serve as momentary reserves in cases of interruptions at the power station, but can be very advantageously turned to account for lighting purposes at night when work in the harbour may have ceased and the power machines have been stopt.

In view, however, of the economically desirable condition of a single power-central only being required, the application of the continuous current meets with considerable difficulties as soon as the harbour ground is so large that too high a loss of voltage occurs in the leads. To meet this by an increase in the sections of the leads is, in view of the high price of copper, only possible within narrow limits.

This drawback does not attach to the alternating current. It can be of high tension and be transmitted long distances without considerable loss and be reduced at the point of application in fixed transformers to the low voltage required for use.

The single-phase alternating current has been applied to harbour equipment probably only at Cologne. After the harbour works which lie on the left bank of the Rhine and were opened in 1898, had been equipped with hydraulic cranes fed by pumps driven by alternating current, the noteworthy attempt was made in 1905 to make use of the single-phase alternating current of 2,100 volts and 50 periods for driving two complete porch-cranes situated on the right bank of the Rhine. For this purpose it is reduced to 500 volts. In conformity with the now usual practice, there are three different motors, one of 40 H. P. for hoisting and the others of 10 H. P. each for turning and shifting purposes respectively. The motors — see the « *Elektrotechnische Zeitschrift* », 1905, page 743 — are built on the Winter-Eichberg system. In connection with these cranes, however, whose single-phase alternating current motors are very expensive, the disadvantage has shown itself, that the collectors spark very much and are exceedingly sensitive.

At the present time the application of the single-phase alternating current for crane work is probably confined to the cases

in which the necessity of using existing leads makes it obligatory.

In the equipment of extensive harbour works the three-phase alternating current has of late generally been used, although the three wires then required are not only expensive but offer many constructive difficulties.

The three-phase current motors, when set agoing, develop considerable starting force, and they may be kept running at full load. They are characterized by insensibility to moderate potential differences, but have the disadvantage that their speed of revolution is almost constant. Since the three-phase current motor seeks to attain its own speed of revolution, regardless of the load, when considerable loads are rapidly moved, a heavy drop of voltage occurs in the net, and consequently a pulsation of current at the central station. It results from this that the three-phase current power-stations are provided with sets of machines of considerable size, which is the more imperative that the application of accumulators is attended with difficulties.

The necessary reserves of an electric power-station are smaller in proportion, the larger the district that is to be supplied with energy. This advantage is so considerable, that it well outweighs the cost of an extended network. A proof of this is afforded by the supply of electricity to the harbour of Ruhrort. This is done from the twenty kilometres distant « Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerke », of Essen, which are provided with engines of 25,000 kilowatts. These works supply the three-phase current at the place of consumption of the harbour administration at the price of 8 Pf. per kilowatt-hour, for power purposes as well as for those of lighting.

The current is sent at a pressure of 10,000 volts to a sub-station not far from the harbour. From this sub-station the energy is led at a pressure of 5,000 volts through the harbour territory. Within the latter the electricity is first reduced in 25 transformers, which are fitted up as near the points of consumption such as the coal-tips, the movable bridges, the quay-wall crane leads, and the switching-towers for the lighting installation, as possible. The current, then, crosses all the longer distances at high voltage and therefore with small loss.

With the exception of the loop circuits for the cranes on the quay-wall, which work at a tension of 550 volts at the bus-rods

the consumption-tension is 220 volts. With the exception named, there come in question, for the installation of the electric plant at the points of consumption, the rules for the prevention of accidents relating to the erection of high current installations for low voltage.

The cables which carry the high-tension primary current, including those leading towards the sub-station as well as those leading from the latter to the transformer-towers, take the form of ring circuits, so that, should a fault occur in one of the feeders the supply of energy will not be interrupted.

Where a connection with a large power station is not possible, it is desirable, in order to reduce the load-pulsations, to create an efficient buffer arrangement in the power station belonging to the installation by the help of accumulators. This may be effected by the expedient of coupling a synchronous motor with a continuous-current shunt machine which is in communication with a storage battery. If, then, a large quantity of energy be taken from the three-phase current net by sudden jerks, the continuous-current machine obtains current from the battery, and the synchronous motor, which then acts three-phase current generator, delivers current into the three-phase current system to help the power-station. When, however, the load on the three-phase system is small, the tension at the power-station increases, and the three-phase current machine acts as motor. This latter machine is then set in motion by the continuous current machine, the current produced by the latter serving to load the accumulator battery.

While in the case of the stationary hoisting-appliances the supply of current is led directly into the engine room, porch-cranes which have to move about after the work are generally provided with flexible cables, which are connected with the current-system by means of plug-contacts and are wound round a drum at one of the entrances to the crane-porch.

In a few cases of angular porch-cranes one roller of which lies beyond human reach, the current supply is led by bare rails. In all travelling cranes such a proceeding is unavoidable. This leads to considerable difficulties, especially in the case of three-phase current, and when the leads have to be protected, because the spot where the crane works cannot be barred.

In a case of the kind which occurred in the new Duisburg-

Ruhrort harbour channel the « Siemens-Schuckert Werke », of Berlin, have adopted the following method

The quay-wall has a length of 1,731 metres, 1,728 of which are provided with a loop circuit which enables electrically-driven cranes to be supplied at any point along the whole stretch. Six sections are formed, each about 290 metres in length, which are provided with current from three transformer-stations. In order to determine the sectional areas necessary for the transmission of the electric energy, the assumption was made that in each of the above-named sections five cranes would be employed, each equipped with a hoisting motor of 70 H. P. Of these the one at the end of the section to be supplied is supposed to be starting and in so doing to require about 160 ampères; two cranes are at work in the ordinary manner, each with 90 ampères; the two remaining cranes are lowering their burdens and consuming no current the while. The strength of the current in the supply-cables under these conditions amounts to about 340 ampères, for which a sectional area of copper of three times 185 sq. mm. is provided.

While it was originally intended to make the loop circuit proper of the cranes, after the manner of those of the aerial feeding-wires of tramways, of bare copper, it was found in the course of a close examination of the design, that in view of the mechanical strain to which the contact-line and the corresponding collector are subject and for which the copper wire hung on insulators and the collectors with their spring hoops were hardly strong enough, a more durable method of construction would have to be resorted to. For this a suitable precedent existed in the current-supply through the so-called third rail, which in electric railways, such, for instance, as the Berlin Underground Railway, is in successful work. For the supply of the three-phase current, however, three contact-plates would have to be used.

In accordance with Plate II, fig. 1 and 2, the whole contact line is laid in a tunnel in the quay-wall between the front of the latter and the crane rails, completely covered over with the exception of a slit 60 mm. in breadth. In order to make a loop-circuit, mine-rails of 60 mm. in height weighing 8.4 kgs per metre are made use of. These are 7 metres in length and are supported and secured by means of angle irons insulated by a covering of hydraulic concrete, arranged at intervals of 3 me-

tres. Each rail hangs over unsupported for a distance of 0.5 m. at each of its ends. The mechanical connection of the rails is effected by iron fish-plates ; as in the case of the tramway rails, the electric resistance of this connection is reduced by means of a round copper wire which is screwed into the ends of the rails by means of conical iron plugs. In the transmission of alternating currents the drop of voltage with a strength of current of 340 ampères would — if the section of the iron rails alone had to lead the current — be so considerable that the reliable working of the cranes would become doubtful. An additional bare copper wire of a section of 50 sq. mm. is accordingly fixed parallel with each rail for the whole length of the loop-circuit. The copper fish-plate is made use of for the attachment of the wire at each of its ends, by which it is placed in electric contact with the loop circuit for the rails. In order to avoid an excess of deflection of this copper wire, it is supported by a terminal on the insulators at the half-length of the rail. When it is proposed to use a greater amount of energy than that above given, an additional number of such wires can be connected, or the first additional wire can be replaced by another of greater sectional area.

From an electrical point of view, what now takes place is that the additional copper wire really leads the current, while the main duty of the mine-rail is to give off current and to bear the mechanical strain that at the same time occurs. In order to prevent eddy-currents in the steel rails it was necessary not to arrange the additional wire close to the rails but to leave a sufficient air-gap between the two. With this arrangement of the feeding-wires the drop voltage remains within the limits necessary for crane work. The crane-motors are wound for a pressure of 500 volts, while a voltage of 550 is kept up at the bus-rods of the feeding points in the transformer-towers.

As may be seen from the drawing, the end pieces, which effect the transmission from the cables to the loop-circuit are arranged in recesses near the tunnel containing the wires.

Below the crane-rails the feeders, which do not lie much below the surface, are laid in strong iron pipes to protect them from damage, to which they are liable especially during the adjustment of the crane-sleepers. To enable the cables to be quickly replaced by new ones on the occurrence of faults caused by

breaks of the insulation, these pipes are led through to the foot of the transformer tower.

In the course of regular work every sub-section is fed by the corresponding cable. In order, however, in case of damage to the cable or to the switching-apparatus, to avoid long interruptions of work, contact-bolts are provided at each of the 5 points of interruption, which make it possible to put every sub-section in electric connection with the next one by the screwing on of flat strips of copper. The connection of the cable to the rails is so made as to be easily removed, so that a damaged cable can be taken out without considerable interruption of work.

The arrangement of the switching apparatus belonging to each feeder may be seen from the diagram given in Plate II, fig. 5. The switching-devices of the pairs of parallel cables are mounted in common on a marble plate which is kept in the lower storey of each transformer-tower. The wires, which transmit the primary currents of 5,000 volts, in passing to the transformer in the upper tower, are carried in the form of protected cables through the lower storey, which thus remains free from the high-tension wires. Before the supply-current, reduced down to 550 volts, reaches the bus-rods on the switch-board, it is led through a main switch with oil-contacts, which is above the switch-board, but is actuated by a lever on the front of the latter. The rods necessary to effect this are connected with the door leading to the switchboard. The connection is of such a kind that the door can only be opened when the main switch is disengaged and that this switch can only be closed when the door is closed. Thus, the lines behind the switch-board must be de-energized before the space can be entered — a condition which, for the conduct of work that may have to be done there, must be demanded in the interests of safety.

For the control of the load-distribution on the different sections, an ammeter and a voltmeter are provided for every cable connection. An automatic three-pole switch serves for the disconnection of the feeders proper from the bus-rods. For this purpose it is provided with an electro-magnet, which is actuated by the working voltage and which by means of a click pressing against a spring holds the switch in its closed position. When the current in the electro-magnet is interrupted the click is released, whilst the switch is opened by the action of the spring.

As may be seen from the diagram, there are several single-pole press-button switches in the circuit of the electro-magnet, which are distributed over the whole length of the loop-circuit. These emergency-switches, the purpose of which is engraved on the handles, are placed, after the manner of the fire-alarm appliances, in small boxes with glass covers, which are attached to the latticed arc-lamp poles at intervals of about 80 metres. In cases of danger, in which the various feeding sections have to be de-energized as quickly as possible, the glass may be broken and the button pressed down, by which the current in the circuit of the stopping-magnet is interrupted and as a consequence that in the supply switched off.

To guard the supply-leads from injurious currents, the line of the stopping-magnet is provided with a contact, which, as soon as the highest admissible working current is exceeded, is interrupted by a relay that also causes the automatic switch to spring out. This arrangement, then, takes the place at once of hand-switch, emergency-switch, and fuse. For ordinary work the action of the emergency-switches is such, that they are in connection with the automatic switch of one section only. Thus, when the emergency-switch is put in action, only that particular section is deprived of its current. As soon, however, as the copper strip connections are inserted at the section disconnecting points, the two cables leading from a transformer-station must be capable of being actuated by any one of the emergency-switches of the two pairs of sections which belong together. This purpose is served by the three-pole switch shown in the diagram, which connects the emergency-switches in such a manner that they actuate the two automatic switches in the one switching position severally and in the other simultaneously.

The collectors, which serve to produce electric connection between the loop-circuit and the crane-motors, are shown in Plate II, figs. 3 and 4. Their arrangement was governed by the requirement that the contact between the slide-rails and the contact-shoe must, on account of the electric contact resistance take place over a sufficiently large surface. To fulfill this with certainty each shoe is attached to the insulator which connects it with the foundation-plate of the collectors by a hinge-arrangement. The connection between the arm reaching into the tunnel and that attached to the substructure of the crane is a mobile one, and is formed by the insertion of two chains. This is

necessary on account of the play of the crane wheels between the rails, of the direction of these not being exactly parallel with the loop-circuit, and of the not inconsiderable curvatures of the quay-wall in question.

In order, as far as possible, to minimize the wear and tear of the slide rails in the tunnel, the collector-shoes are made of bronze.

Finally mention may be made of the electric lighting of the Duisburg-Ruhrort harbour. In order to light up the large harbour territory, which is so far removed from the building-covered district of the town, and the approach to the various parts of which is impeded by the basins, at the smallest possible expense and in as reliable a manner as possible, enclosed arc-lamps for alternating-current with automatic switch have been resorted to. These have been supplied by the « Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft », of Berlin, for a strength of current of 12 ampères and a life of 90 hours. They are hung on lattice-work poles at a height of 12 metres and at distances apart of 80 metres. Each group, comprising about 30 to 40 lamps, is connected, without the use of aerial wires of any kind, with a transformer-tower. The latter contains clocks which register the time for 24 hours. Along with the hour-hand a dial is made to turn, half of which, bearing the 12 hours of the day, is white, while the other half, marked with the hours of the night, is black. Small pins, which are inserted at the edge of the revolving dial, serve to release the switching arrangement. Every fortnight, when the clock is wound up, the positions of the pins are altered so as to correspond with the varying time of sunset. The lamps require no further attention, except that entailed in cleaning and supplying them with new carbons. In additions to this working illumination there is another for the night-time, which consists of metallic-filament glow-lamps of 100 C. P. and is switched off and on by special clockwork in the same manner. The arc-lamps, then, are lighted at sunset. When these go out at 10 o'clock in the evening, the glow-lamps begin to burn, and during the dark seasons of the year these again at 6 o'clock in the morning give place to the arc-lamps, which burn till sunrise. The switching-arrangement was supplied by the « Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk », of Essen, which supplies the harbour with electric energy ; the diagram is shown in Plate I, fig. 2. In addition, every group of three lamps can

be switched off and on by hand, so that individual points of the harbour at which work goes on during the night, may be sufficiently illuminated. Not included in the main automatically controlled system are the lamps at all the transfer-places, including in particular those at the coal-tips and cranes.

OTTMANN.

PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION

OF

NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

I. Section : Inland Navigation

3. Question

REPORT

BY

OTTMANN

PLATE I

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

1. Section : Inland Navigation

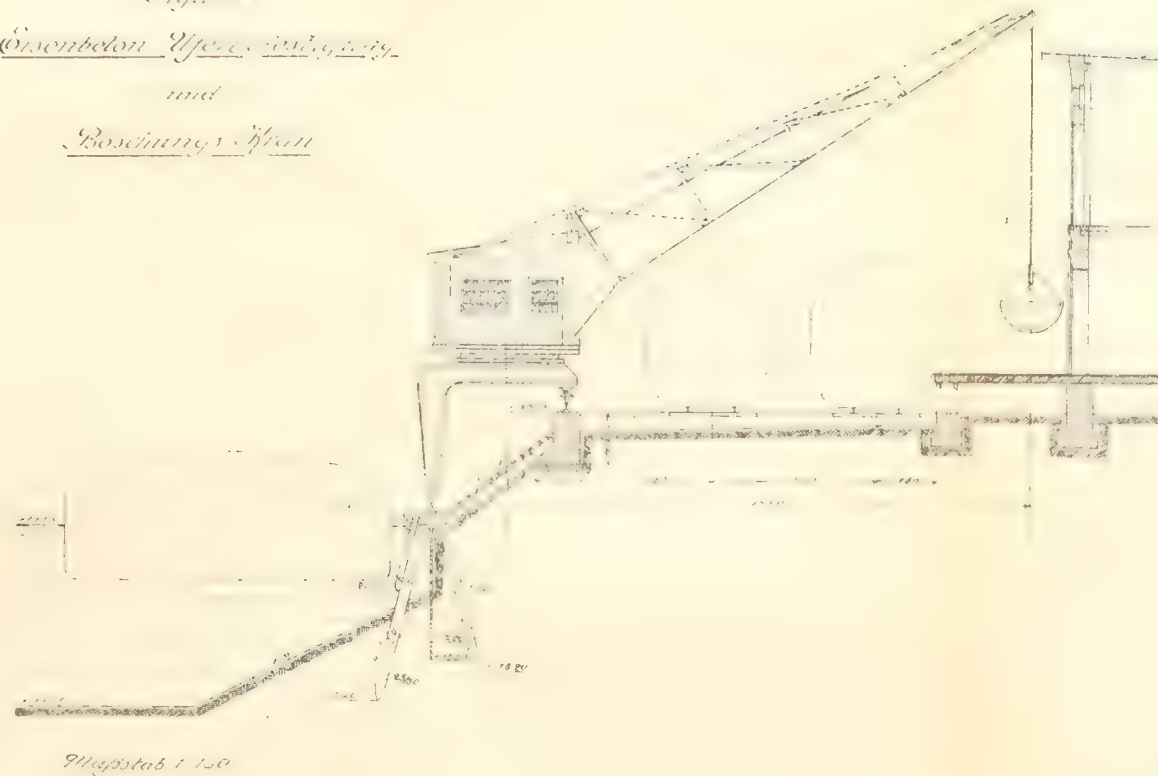
9. Question

REPORT

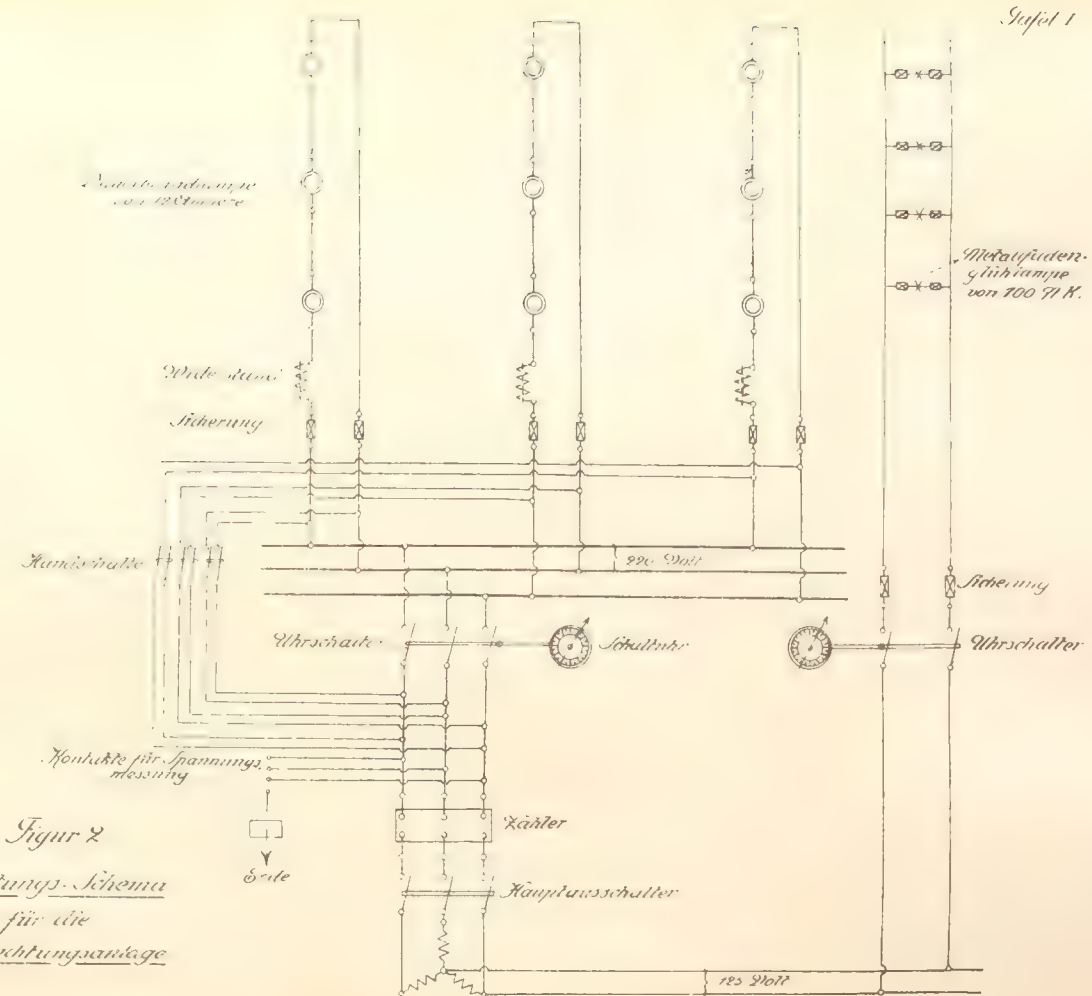
OTTMANN

171 . 5 1

Agnes
Wienbelen Agnes Wienbelen
und
Roschings Agnes



Figur 2
Schaltungs-Schema
für die
Beleuchtungsanlage



PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION

OF

NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

I. Section : Inland Navigation

3. Question

REPORT

BY

OTTMANN

PLATE II

NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

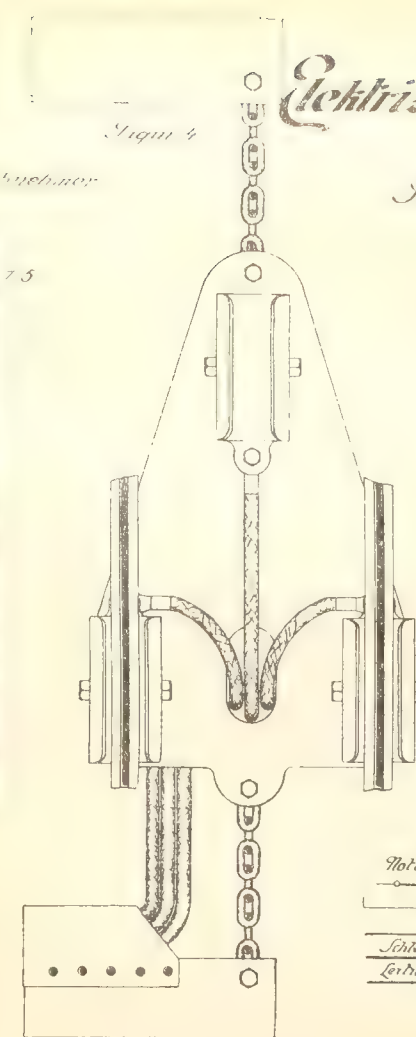
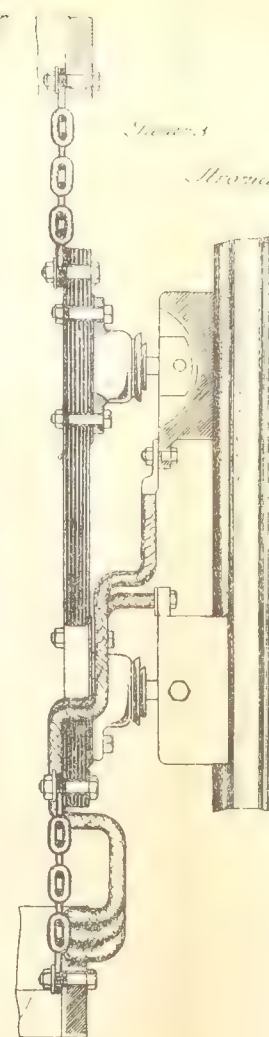
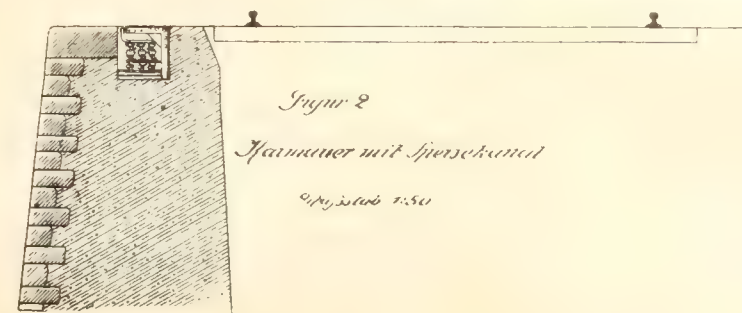
3. Question

REPORT

BY

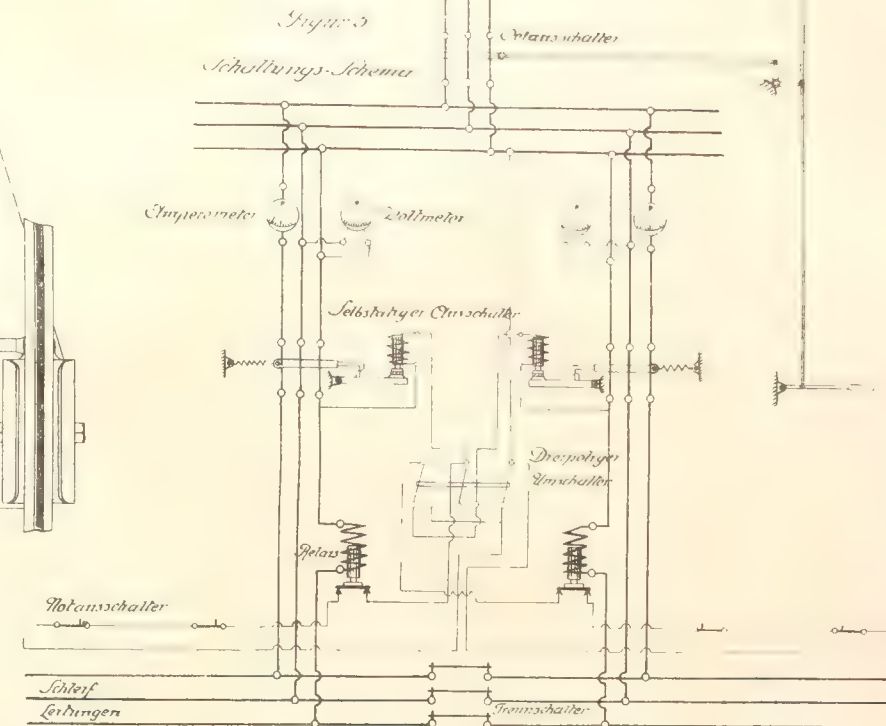
OTTMANN

PLATE II



Elektrizitäts-Führung

sur
Rollkräne.



ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

DES

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{me} Congrès - Saint-Petersbourg - 1908

I. Section : Navigation intérieure

3. Question

Outillage des Ports de Navigation Intérieure

NOTAMMENT

PROGRÈS DE L'OUTILLAGE ELECTRIQUE

RAPPORT

PAR

OTTMANN

Regierungs- und Baurat in Duisburg-Ruhrort

NAVIGARE



NECESSE

BRUXELLES

IMPRIMERIE DES TRAVAUX PUBLICS (SOCIÉTÉ ANONYME)

169, Rue de Flandre, 169

Outillage des Ports de Navigation intérieure

NOTAMMENT

PROGRÈS DE L'OUTILLAGE ÉLECTRIQUE

Quoique les voies navigables aient l'avantage, comparative-ment aux chemins de fer, de se prêter en tous leurs points à des opérations de chargement, les transbordements de l'espèce n'en resteront pas moins limités à quelques expéditions occasionnelles. Toutes les voies navigables desservant l'agriculture peuvent notamment être utilisées de la sorte et servir, soit au transport peu onéreux des engrais artificiels ou de ceux que fournissent les agglomérations, soit au transport à bas prix des produits agricoles récoltés.

Mais là où intervient la question de l'expédition régulière des matières pondéreuses, dont le transport incombe surtout aux voies navigables, il y a lieu de créer des installations appropriées aux transbordements à effectuer et qui comprennent un rivage utilisable, un outillage propre à opérer les chargements, ainsi que les voies de chemins de fer et les routes nécessaires.

Au point de vue de l'accostage et du déchargement rapide et aisé des bateaux, il est particulièrement désirable qu'une certaine longueur de rive soit aménagée en vue des opérations de transbordement. Sur les fleuves, on ne trouve que rarement des emplacements appropriés à cet effet. Il faut que le rivage soit situé dans une courbe concave, afin d'éviter les atterrissements, et qu'il avance avec un mouillage suffisant dans le lit du cours d'eau ou qu'il puisse y être établi dans ces conditions. Ces emplacements en eau courante, favorables au plus haut point à l'accélération des opérations de transbordement, présentent toutefois l'inconvénient que les navires y sont exposés à être

entraînés en temps de crue, et qu'ils n'y sont pas protégés contre la débâcle des glaçons. En outre, les constructions de rive deviennent très coûteuses surtout à cause de la profondeur à laquelle elles doivent descendre pour que, même en cas d'affouillement sensible du lit du cours d'eau, leur stabilité soit encore assurée.

Sur les canaux, par suite de la largeur réduite de ces voies navigables, le rivage ne pourra être utilisé pour des opérations de chargement et de déchargement qu'en élargissant le canal sur une certaine longueur, c'est-à-dire en découpant l'une des rives sur une certaine profondeur, ce qui constitue la forme la plus simple donnée à un port de navigation intérieure.

Toutes les installations de ports de navigation intérieure un peu importantes comprennent un ou plusieurs bassins intérieurs, qui communiquent avec la voie navigable par un chenal de longueur réduite ou par un bassin-canal. On arrive à donner ainsi au développement du rivage la longueur nécessaire au point de vue des transbordements. Sur les voies navigables artificielles, l'on réalise encore de cette façon la séparation désirable entre les opérations de chargement et de déchargement et le trafic en transit des bateaux; mais en ce qui concerne les fleuves, les bassins intérieurs abritent en outre les bateaux contre les hautes eaux et contre la débâcle des glaçons. Il y a lieu, dans ce but, de toujours garantir les ports fluviaux par une digue de sûreté.

Si non seulement le courant, mais principalement les hautes eaux doivent être tenues à l'écart du port, la digue devra être réalisée sous forme d'enceinte fermée et être pourvue d'une écluse à sas. Il en résulte alors le grand avantage de ne devoir établir les installations en vue du chargement et du déchargement que pour une faible variation du niveau de flottaison. Mais pour épuiser les eaux qui, forcément, se déversent dans les bassins du port, il faut de grandes installations de machines d'épuisement. Les ports de navigation intérieure sont établis en général sous forme de ports ouverts, les hautes eaux étant relativement rares et donnant lieu à moins d'inconvénients que l'exploitation lente qui dériverait de l'adoption d'une ou de plusieurs écluses et dont l'établissement serait, en outre, très onéreux.

L'aménagement parfait d'un port exige un chenal d'accès bien conditionné, une disposition convenable des bassins, un

mouillage suffisant, des rivages établis au niveau voulu et constitués de façon à répondre à leur but, des voies ferrées bien disposées et des raccordements aux lignes de chemins de fer, ainsi qu'un outillage de bon rendement pour effectuer les chargements et les déchargements.

Le chenal d'accès des ports fluviaux doit, pour être en communication permanente et dans de bonnes conditions de navigabilité avec le chenal navigable du cours d'eau, se trouver dans une partie concave de la voie navigable. Il doit être dirigé vers l'aval et faire un angle aigu avec l'axe du cours d'eau, afin d'offrir aux bateaux une entrée et une sortie sûres, et afin d'éviter que des atterrissements ne se produisent, dont le dragage nécessiterait non seulement de grandes dépenses, mais contrarierait encore sensiblement le trafic. Afin d'apercevoir toute la portée du chenal d'accès et d'en faciliter le parcours aux bateaux, ce chenal doit être établi autant que possible en ligne droite et avoir une largeur suffisante. Les ponts doivent être évités autant que possible sur ce chenal d'accès. C'est pourquoi là où les routes ou voies ferrées existantes le permettent, celles-ci doivent longer le côté opposé à l'entrée du port — c'est-à-dire qu'elles doivent venir le plus souvent de la partie amont du cours d'eau pour longer les rivages et darses situés entre le port et la voie navigable. Si un pont devait absolument y être établi, il est à recommander d'adopter un ouvrage mobile d'un type très perfectionné, pour que les bateaux qui opèrent leurs chargements et déchargements à mâts levés, ne soient pas obligés de les coucher pour passer. Lorsque le trafic est intense et que le niveau de la route est suffisant, c'est le pont basculant qui paraît le mieux convenir, parce qu'il ne doit commencer à être manœuvré que lorsque le navire en est proche, et qu'il peut être ouvert et fermé très rapidement. Lorsque le trafic est moins intense, l'on peut adopter le pont tournant à une volée, dont l'établissement est moins coûteux. Dans les deux cas, les culées doivent être établies au droit des talus du canal pour conserver à la cunette toute sa largeur. Ce n'est que lorsque le trafic est extraordinairement intense, et qu'il commande la présence d'une passe pour l'entrée et d'une passe distincte pour la sortie qu'il pourrait être utile de faire choix d'un pont tournant à double volée de même longueur et d'une pile centrale. Un tel ouvrage doit être établi de façon à accomplir un mouvement de rotation complet et à pouvoir être manœuvré de telle sorte qu'au lieu de

s'arrêter dans la position ouverte, il serre de près le dernier mât du bateau qui passe pour accomplir sans interruption un mouvement de rotation de 180 degrés ; dans ces conditions, les deux passes pourront être occupées en même temps l'une par un bateau entrant au port et l'autre par un bateau sortant.

Sur un bassin-canal s'embrancheront utilement à angle obtus plusieurs bassins dont la longueur ne dépassera pas 1 à 2 kilomètres. Les trajets à parcourir par les bateaux seront ainsi courts et commodes ; il en résultera tout naturellement de bons bassins de virement et il y aura possibilité, de réserver les divers bassins du port, d'un développement relativement peu important, soit en totalité, soit en grande partie, à des destinations distinctes, c'est-à-dire de créer des emplacements spéciaux pour les trafics des bois, céréales, charbons, minerais, etc., et pour des installations industrielles.

Mais si l'on donne aux installations du port une grande extension, il convient de créer, pour de nouveaux groupes de bassins, à mettre utilement en communication directe avec les premiers groupes, un chenal d'accès distinct. Sinon l'on courrait le risque, en cas d'obstruction de l'embouchure du port à la suite d'un accident de bateau, d'y voir tout le trafic arrêté.

Le chenal d'accès d'un port de canal s'établit dans les conditions voulues pour qu'il en résulte une navigation aisée dans la direction la plus fréquentée. Les ports de canaux n'étant contrariés ni par les courants ni par les atterrissements, il est avantageux, tout en leur donnant une forme appropriée en plan, de prévoir un deuxième chenal d'accès à leur deuxième extrémité, et ceci semble d'autant plus admissible qu'il est possible ici, sans hésitation, d'établir des ponts fixes de même hauteur que celle des ponts construits sur les sections attenantes du canal. Les ports fluviaux exigent au contraire dans le cas de l'adoption d'un chenal d'accès à l'amont la construction d'une écluse à sas.

Il faut s'efforcer de donner aux installations des ports, des rivages en ligne droite. Une utilisation avantageuse des rives peut être obtenue, lorsque les voies ferrées riveraines ne doivent pas être continuées sans interruption, en donnant au port une disposition en plan à redents. L'on peut tirer parti d'une telle disposition dans le cas de bassins de grande longueur pour en réduire progressivement la largeur vers les extrémités, si le nombre de bateaux se trouvant simultanément dans le port, soit au repos, soit en train d'opérer des transbordements, n'exige pas

de donner de grandes surfaces à ces bassins. Mais la forme à redents offre toujours un certain inconvénient au point de vue du trafic, parce qu'elle nécessite pour les bateaux entrants et sortants des mouvements en biais.

Le plafond des ports de canaux est utilement établi de 0 m. 30 à 0 m. 50 en contrebas du plafond du canal, parce que des corps étrangers peuvent tomber à l'eau, surtout lorsque l'exploitation du port est intense, et que ces corps pourraient blesser la coque des bateaux. Pour les ports fluviaux, le plafond sera placé de 0 m. 50 à 1 mètre sous le niveau du plafond du cours d'eau, afin d'empêcher que les bateaux chargés ne touchent fond lorsque le niveau de l'eau vient à baisser. La largeur au plafond doit être déterminée d'après les conditions locales. 50 mètres peuvent suffire, si le trafic est peu intense ; mais cette largeur devrait atteindre au minimum 100 à 120 mètres dans le cas d'un trafic quelque peu intense et de bateaux de grande largeur.

Les installations du chemin de fer doivent être réglées d'après les besoins du trafic. Elles doivent être établies de façon à permettre leur extension future, et être largement conçues dès le début. Il ne faut pas oublier que les opérations de chargement sont réduites à l'inactivité pendant le triage des wagons. Le service de la voie devrait donc se faire autant que possible pendant le chômage des opérations de transbordement et être limité à une durée aussi réduite que possible. A cet effet, il y a lieu d'établir au minimum deux voies ferrées riveraines, pouvant être utilisées alternativement. Les wagons que l'on amène doivent être refoulés sur la voie qui est libre ; les wagons chargés sont retirés alors de l'autre voie, de façon à la rendre prête à recevoir une nouvelle rame de wagons. Cette façon de desservir le trafic s'impose d'autant plus, que la longueur des voies ferrées à parcourir entre les points où s'opèrent les transbordements et la gare du chemin de fer, est généralement grande, lorsque le port a une certaine importance.

L'établissement d'une triple voie ferrée devient nécessaire pour les rivages à trafic intense de matières pondéreuses, afin que le chargement et le déchargement puissent toujours avoir lieu simultanément sur deux de ces voies. La troisième voie a souvent beaucoup plus d'importance pour les affréteurs que la perte de place sur le terre-plein du port due à son établissement. Les magasins d'expédition et entrepôts ne peuvent être établis qu'au delà de la troisième voie à partir du rivage.

Tous les quais doivent être pourvus d'un éclairage abondant, d'escaliers et d'installations d'eau potable. Pour l'amarrage et le halage des bateaux, il y a lieu d'établir des organeaux, des anneaux d'amarrage et des pieux d'accostage ou bornes d'amarrage ainsi que des cabestans, le tout en nombre suffisant, de même que des ducs d'Albe et des estacades de garde aux points des bassins du port où ces installations sont nécessaires. Pour les murs de quai à parement vertical, il faut avoir soin de garnir celui-ci de pieux de défense ou de bouées en cordages.

Le niveau auquel les rivages doivent être placés est à fixer d'après les nécessités du trafic et d'après les conditions locales. Là où les voies ferrées riveraines doivent être raccordées à des établissements industriels, c'est en général un niveau situé à l'abri du niveau des crues qui s'imposera. Mais dans la plupart des cas, il suffira de placer au-dessus du dit niveau, celui du perron des magasins d'expédition, que l'on prévoit à 1 m. 12 en contre-haut du niveau des rails ; le niveau du quai pourra donc être placé à un mètre environ en contre-bas de celui des hautes eaux. Là où il importe moins de tenir les dépôts de marchandises à sec, par exemple pour les charbons, minerais, bois et autres, que de réaliser un mouvement intense de marchandises, le niveau du quai pourra être établi plus bas encore. Non seulement les dépenses d'établissement se trouveront sensiblement réduites de ce fait, mais encore, et ceci a une grande importance, l'exploitation est rendue moins onéreuse et s'en trouve accélérée. Au point de vue économique, il n'est pas justifié, pour parer aux rares inondations du terre-plein, qui surviennent à de longs intervalles au cours de plusieurs périodes décennales, de placer le quai à une hauteur telle qu'en exploitation normale les marchandises à transborder soient élevées à plusieurs mètres plus haut, qu'il ne faut, ce qui conduirait à une majoration de la force motrice, à une perte de temps et à une diminution sensible du rendement pour les opérations de transbordement à effectuer le long du rivage. Malgré la perfection de l'outillage, ce n'est qu'en adoptant une hauteur modérée pour les quais de transbordement qu'il est possible d'arriver à un tonnage annuel moyen par mètre courant de rive approchant de deux millions de kilogrammes, tonnage équivalant à celui que l'on obtient par exemple en certains points des ports de Duisbourg-Ruhrort.

Les rivages qui ne sont pas utilisés aux opérations de transbordement peuvent être talutés sur toute leur hauteur et conso-

lidés suivant les nécessités par des perrés et par des enrochements sous eau. Pour des installations destinées à la construction et à la réparation des bateaux, dont doit toujours être doté un port d'une certaine importance, l'on utilisera fréquemment les parties extrêmes des bassins. Les rives doivent présenter alors une inclinaison de 1 à 10 et être pourvues d'appareils de halage pour la remonte des bateaux.

Les rivages qui servent aux opérations du transbordement ne demandent pas à être construits d'une façon spéciale lorsque les embarcations procèdent au chargement et au déchargement de leur cargaison au moyen de brouettes en passant au-dessus de l'étrave des barques, comme cela se pratique encore en majeure partie et malgré la grande intensité du trafic, sur les voies navigables du Mark-Brandenbourg. Mais là où les opérations de transbordement s'effectuent d'une façon mécanique, ce qui s'impose au point de vue économique lorsqu'il s'agit de grandes quantités de marchandises, le bateau doit accoster au rivage par le flanc et serrer la rive d'aussi près que possible. Ce qui convient le mieux dans ce cas, c'est d'adopter un mur de quai à parement extérieur presque vertical. Ce parement doit être absolument exempt de redents horizontaux, afin d'éviter que les bateaux ne prennent appui sur des saillies et ne subissent des détériorations. Ceci s'applique notamment aux bateaux de mer à large section pourvus de quilles latérales et qui remontent les fleuves ; leur trafic acquiert, sur le Rhin, notamment, une importance qui va sans cesse en croissant. Là où le trafic n'est pas suffisant pour justifier au point de vue de la dépense l'établissement d'un mur de quai, il convient d'adopter un rivage taluté et perré à infrastructure presque verticale. Une construction de ce genre établie sur dix kilomètres environ de longueur dans les nouvelles parties des ports de Duisbourg-Ruhrort, est indiquée figure I planche I. Elle consiste en une paroi d'encoffrement de 0 m. 11 d'épaisseur, composée de palplanches en béton armé. A 6 mètres de distance les uns des autres sont battus des pieux en béton armé avec contrepieux formant tréteaux, et dont le fruit tant pour la série des pieux intérieurs que pour celle des pieux extérieurs est de 4 à 1. Les pieux intérieurs, c'est-à-dire les pieux de traction ont de 0 m. 25 x 0 m. 25 de section et sont pourvus de parties en saillie pour en augmenter la résistance. Les pieux de compression ont à supporter, outre la poussée des terres, les chocs des bateaux qui accostent, et ont reçu à cet

effet une section rectangulaire de 0 m. 25 \times 0 m. 30. Après achèvement du battage, les armatures métalliques ont été dégagées à la partie supérieure des pieux et des palplanches en en écartant le béton, et elles ont été ensuite reliées entre elles. Cette infrastructure a été surmontée d'un chapeau continu en béton armé à armature horizontale convenablement entrelacée au moyen de fil de fer, et sur lequel prend appui le perré du talus. Les dépenses se sont élevées à 150 marcs environ par mètre courant de rive.

Si l'on fait abstraction des dispositifs spéciaux adoptés ici pour les opérations du chargement, parmi lesquels les culbuteurs pour le transbordement des charbons de wagon à bateau et les élévateurs munis de dispositifs à godets ou mus pneumatiquement pour charger les céréales venant par bateau sur wagons de chemins de fer, ou pour les transférer aux magasins ou aux moulins, et qui ont une importance capitale, il reste comme dispositifs de chargement généralement employés, les grues et les ponts roulants.

L'établissement de grues fixes est limité de plus en plus à des applications isolées pour le maniement de charges particulièrement lourdes. Ces engins seront le plus souvent avantageusement remplacés par une grue flottante de grande puissance.

En général, les grues seront mobiles afin de pouvoir être déplacées aux divers points de chargement des bateaux, et afin qu'il soit possible de réunir un certain nombre de grues au droit d'un même bateau, pour pouvoir y terminer les opérations dans un temps minimum. Il sera utile de disposer l'infrastructure des grues de telle sorte qu'une ou plusieurs voies de chemin de fer puissent passer entre leurs piédroits — grues en portique — ou encore que les voies ferrées soient établies entre l'un des piédroits des grues et les magasins. La volée de la grue prend alors appui à sa seconde extrémité sur un rail de roulement installé sur le bâtiment et qui est prolongé au delà sur une charpente métallique. Ce sont là les grues en semi-portiques ou à portique avec piédroit oblique. Elles peuvent être également utilisées avec succès sur un quai de chargement taluté en adoptant une disposition semblable à celle qui est représentée fig. I, planche I.

Les ponts roulants forment une subdivision importante des grues en portique. Lorsque le chariot, portant la charge, parcourt la membrure inférieure de ces constructions, la charge à

déplacer accomplit le chemin minimum et l'on peut faire choix de très grandes vitesses pour ce déplacement. C'est pourquoi ces installations sont surtout avantageuses, lorsque, pour un trafic régulier de marchandises, les plateformes de quai à parcourir ont une grande largeur transversale. Afin de pouvoir desservir simultanément plusieurs parties du bateau, il est à recommander, de disposer la volée de façon à lui permettre de tourner, ou de construire le pont roulant de telle sorte que le piédroit tourné du côté du bassin soit mobile dans des limites données et indépendamment du second piédroit, à l'exemple de ce qui a été fait par la société par actions J. Pohlig de Cologne pour le port du Rhin de Rheinhausen de la Société par actions Friedrich Krupp.

Les grues en portique, qui ne se déplacent généralement pas dans le sens longitudinal après chaque opération de levage, et ne changent que de temps à autre de point de travail, pour y rester en activité pendant un certain temps, diffèrent essentiellement des grues roulantes, qui changent pour ainsi dire de place à chaque opération de chargement ou de déchargement pour mouvoir la charge dans le sens horizontal tout en tournant pendant son levage ou son abaissement, et pour pourvoir de cette manière au transbordement entre les diverses parties d'un bateau et les wagons du train à charger, sans exiger que ceux-ci soient reculés ou avancés. Malgré la grande largeur de voie roulante que ces grues exigent et dont la surface précieuse occupée en plan ne peut avoir d'autre destination, et malgré la volée de grande longueur dont elles doivent être pourvues, on leur donne néanmoins la préférence lorsqu'il s'agit d'un trafic intense de matières pondéreuses à cause de leur rendement élevé et de la facilité qu'elles présentent pour charger ou décharger systématiquement et uniformément les bateaux dans toute leur longueur.

La nécessité au point de vue économique de réduire autant que possible, d'une part le temps précieux mis par le bateau pour terminer ses opérations, et d'autre part le temps que réclame la manœuvre des wagons de chemins de fer, et de mettre le mieux à profit les points de transbordement, conduit à faire choix de grues de grande puissance et d'une manœuvre accélérée.

Tandis que, il n'y a pas longtemps encore, la force des grues était fréquemment limitée à 2,000 kilogrammes et ne dépassait que rarement 4,000 kilogrammes, l'on n'adopte plus guère, pour

un trafic intense de marchandises pondéreuses, des grues d'une charge brute, y compris le poids mort de la benne de chargement, inférieure à 5,000 kilogrammes, et allant jusque 10,000 kilogrammes — pour une portée de volée atteignant environ 16 mètres. Il est possible dans ces conditions d'atteindre sur quai la plateforme des hangars en passant au-dessus d'une triple voie de chemin de fer, et de pourvoir du côté du bassin au chargement ou au déchargement de deux bateaux accolés l'un contre l'autre.

Non seulement le rendement de la grue se trouve majoré par suite de l'augmentation de sa charge brute, mais on diminue encore de ce fait la force motrice à mettre en œuvre. D'après la *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*, année 1907, page 370, la consommation en force motrice s'est élevée au port de Brème pour les grues, travaillant à pleine charge, qui ont été construites par la Maschinenfabrik d'Augsbourg-Nüremberg en association avec l'Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft de Berlin pour :

500 kilogrammes à	69	Watheures
1,000 —	88	—
1,500 —	117	—
2,500 —	170	—

ce qui donne pour ces quatre charges distinctes une dépense de 138, 88, 78 et 68 Wattheures par 1,000 kilogrammes.

Il est à peine besoin de dire que l'on ne peut songer à manœuvrer les engins à bras d'homme dans des ports d'une certaine importance.

Quoique l'on n'ait plus guère recours à des grues à vapeur de construction récente, l'on en trouve cependant encore en grand nombre en activité dans des ports existants. Abstraction faite d'exploitations isolées, l'on ne pourra toutefois, au point de vue économique, utiliser des grues à vapeur que dans les cas où le travail de ces engins serait uniforme pendant toute la durée de leur exploitation, et non lorsque cette exploitation sera fréquemment interrompue. La mise en marche et le freinage s'opèrent toujours d'une façon relativement lente, et les inconvénients auxquels donnent lieu la fumée, l'encrassement, le bruit de ces engins et leur trépidations ne peuvent guère être évités.

Pour des exploitations groupées, l'on a obtenu des résultats

remarquables avec des installations d'eau sous pression, qui permettent une mise en mouvement et un arrêt rapides, et qui donnent naissance grâce à la marche lente et exempte de chocs du piston de leur cylindre une force vive aussi réduite que possible pour les masses que l'on manœuvre. Mais des inconvénients se joignent à ces avantages. La force à mettre en œuvre ne peut être proportionnée à l'effet utile, qui varie avec l'importance de la charge. Les conduites dont l'entretien est onéreux, donnent lieu à de grandes résistances. La congélation de l'eau sous pression réduit l'exploitation à l'inactivité. Enfin des grues roulantes ne peuvent être actionnées à déplacement rapide par suite du défaut de souplesse du réseau des conduites.

De toutes les formes d'énergie, c'est l'électricité qui conduit au travail le plus économique; elle qui donne le meilleur effet utile.

Grâce à cette circonstance et à la facilité du maniement des machines à utiliser, l'électrotechnique a acquis également en ce qui concerne l'outillage des ports de navigation intérieure un rang prépondérant. L'exploitation électrique répond à un haut degré, dans tous les cas de son utilisation, aux exigences voulues d'un rendement élevé joint à une grande sécurité de marche. Les électromoteurs sont toujours prêts à fonctionner, leur couple de démarrage est grand en général, leur freinage aisé et le mouvement de rotation se produit sans secousses. L'on n'emprunte au réseau de force motrice que la quantité d'énergie strictement nécessaire au travail à produire. Par la lecture directe et l'établissement d'une façon incontestable de la force motrice dépensée, l'on peut aisément se rendre compte de la vigilance du mécanicien préposé à la manœuvre de la grue et de son habileté plus ou moins grande. L'on peut employer avec utilité dans la cabine de manœuvre, où règne la propreté et qui est exempte de bruit et de laquelle on embrasse toute l'installation, des personnes même de faible constitution, tandis qu'une exploitation par machine à vapeur exige un mécanicien prudent, ayant de la présence d'esprit et possédant une certaine force corporelle ainsi qu'une bonne santé.

En Allemagne, les premières grues de port marchant à l'électricité, furent construites en l'an 1890 pour le port de Hambourg par les usines métallurgiques de la Société par actions de Hambourg-Uhlenhorst, anciennement Nagels et Kaemp, en association avec la société d'électricité « Union de Berlin ». Depuis lors, tous les ports de navigation intérieure allemands de quelque

importance, à l'exception unique des installations du port de Cologne sur le Rhin, sont dotés d'engins de levage mus à l'électricité.

Au début l'on ne fit usage comme force motrice électrique que du courant continu, et les moteurs furent pourvus d'excitations en dérivation. L'on se proposait ainsi d'utiliser les propriétés de ce moteur qui permet lors de la descente des charges, de restituer du courant au réseau, sans nécessiter de manœuvre. Etant donné qu'une série de véhicules sont toujours prêts à être chargés au droit d'un groupe de bateaux déchargeant leur cargaison, l'on croyait qu'il résulterait du fait de cette restitution une diminution notable, à l'usine électrique centrale, de l'énergie consommée. Mais l'on reconnut bientôt que les moteurs en dérivation constituent dans le cas de hautes tensions des machines trop délicates pour des engins de levage, qu'elles ne sont guère en état de régler automatiquement leur vitesse de rotation, et surtout que leur force de démarrage est trop petite pour l'exploitation de grues. C'est pourquoi l'emploi de l'excitation en dérivation a été limité dans la suite, en ce qui concerne l'exploitation des ports, aux seuls cas où de grandes masses telles que ponts mobiles, culbuteurs pour charbons ou portes d'écluses, n'ont à accomplir que des mouvements relativement peu importants, pour lesquels les moteurs série produisent dans leurs positions extrêmes des secousses non sans importance.

Dans de tels cas il a été fait usage avec succès à différentes reprises, ces dernières années, et notamment par les usines Siemens et Schuckert de Berlin, du montage Léonhard. Dans ce dernier, le courant primaire continu ou alternatif actionne un moteur qui est accouplé à une dynamo à courant continu. La tension de cette dynamo est réglable avec de nombreuses gradations à partir de zéro jusqu'aux tensions généralement usitées de 220 ou de 500 volts. La vitesse du moteur de commande correspond exactement à la tension adoptée et il est donc loisible au mécanicien de régler cette vitesse, d'après les nécessités du service, par degrés insensibles. Le fait de voir exclus de l'interrupteur Léonhard les controllers, anciennement employés comme démarreurs, et qui sont soumis par suite des variations de courant qui s'y transmettent, à une usure assez importante, compense partiellement l'inconvénient de devoir intercaler la machine de démarrage comme nouvelle pièce intermédiaire.

Mais pour actionner les grues, on a utilisé en général les

moteurs série, après que ceux-ci eurent fait leurs preuves dans les conditions défavorables de l'exploitation des tramways. Les moteurs série, qui sont entièrement enfermés, résistent convenablement aux poussières et à l'humidité, ils possèdent un couple de démarrage élevé, sont en état de bien supporter les à coups de courant qui surviennent de temps à autre, et augmentent d'une manière avantageuse leur nombre de tours, lorsque la charge décroît ; ils permettent donc de lever de petites charges avec une vitesse accélérée. Le seul défaut à mentionner est l'entretien peu aisé des balais et des collecteurs.

Afin de ne pas donner trop d'importance au point de vue de la dépense à l'installation des centrales électriques à courant continu, on les munira de batteries d'accumulateurs, qui non seulement réduisent efficacement les à coups de courant et servent de réserve lors d'interruptions momentanées, mais trouvent encore une application utile pour l'éclairage de nuit, en permettant, si l'exploitation du port chôme durant la nuit, d'arrêter également les machines motrices.

Mais l'utilisation du courant continu présente des inconvénients sensibles si l'on veut, ce qui est désirable au point de vue économique, ne recourir qu'à une seule usine de force motrice, lorsque les installations ont une extension telle qu'il s'en suive dans la canalisation une trop grande chute de tension. Eu égard au prix élevé du cuivre, il n'est guère possible de remédier que dans des limites assez étroites à cet inconvénient en majorant la section de la canalisation.

Le courant alternatif n'a pas cet inconvénient. Il peut être conduit à de grandes distances à haute tension sans pertes appréciables et être ramené au point même où il est utilisé à la basse tension nécessaire, à l'aide de transformateurs fixes.

Le courant alternatif monophasé n'a guère été appliqué en ce qui concerne l'outillage des ports que pour celui de Cologne. Après avoir doté les installations de ce port, qui est situé sur la rive gauche du Rhin et qui a été livré à l'exploitation en l'an 1898, de grues actionnées à l'eau sous pression, et alimentées par des pompes mises en mouvement par un courant alternatif, l'on a fait en 1905 l'essai remarquable d'utiliser pour la manœuvre de deux grues à portique, établies sur la rive droite du Rhin, le courant alternatif monophasé de 2,100 volts et de 50 périodes servant à l'éclairage de la ville. Dans ce but le courant transformé est ramené à 500 volts. Pour les trois genres

de mouvements que doit accomplir la grue il y a, comme il est de règle actuellement, trois moteurs distincts, à savoir un moteur de 40 chevaux pour le levage et deux moteurs de 10 chevaux chacun pour la rotation et pour le déplacement longitudinal. Les moteurs sont construits d'après le système Winter-Eichberg décrit dans l'*Elektrotechnische Zeitung*, année 1905, page 743. Mais pour ces grues, pour lesquelles l'établissement des moteurs à courant alternatif monophasé est très onéreux, les collecteurs présentent l'inconvénient de dégager de fortes étincelles et de constituer des organes délicats.

L'emploi du courant alternatif monophasé devrait être limité actuellement, en ce qui concerne l'actionnement des grues, aux seuls cas où l'on est forcé d'utiliser une canalisation existante.

Pour l'outillage des ports dont les installations ont une grande extension, l'on a principalement recours dans ces derniers temps au courant triphasé, malgré le coût élevé de la triple canalisation que ce système réclame et malgré les difficultés constructives qu'il présente.

Les alterno-moteurs développent lors de la mise en marche une puissante force de démarrage et peuvent démarrer à pleine charge. Ils se distinguent par leur insensibilité aux variations de tension modérées, mais ils présentent le désavantage d'avoir un nombre de tours presque constant. Le moteur à courant alternatif cherchant à atteindre promptement le nombre de tours qui lui est propre, et à le conserver indépendamment de la charge, il se produit lors de la manœuvre de grandes masses une grande chute de tension dans la canalisation, et comme conséquence, un à coup de courant à la centrale. C'est pourquoi les centrales à courant alternatif doivent être dotées d'un ensemble de machines d'une puissance largement calculée, d'autant plus que l'installation d'accumulateurs n'est pas possible sans plus.

Les réserves nécessaires à une centrale électrique seront proportionnellement d'autant moindres, que la zone à desservir sera plus grande. Cet avantage a une importance telle, qu'il compense largement la dépense à laquelle conduit une canalisation très étendue. L'alimentation électrique du port de Ruhrort en est une preuve. Cette alimentation est faite par les usines rhénanes et westphaliennes d'électricité d'Essen, situées à vingt kilomètres environ de distance et dotées de machines d'une force de 25.000 kilowatts, qui fournissent le courant alternatif à l'admi-

nistrations du port aux points mêmes où il doit être utilisé, et à la tension utile voulue, au prix de huit Pfennige par kilowatt-heure et ce, tant pour les besoins de force motrice, que pour ceux de l'éclairage.

Le courant est transmis à une tension de 10,000 Volts à une sous-station située à proximité du port. Cette sous-station distribue l'énergie à une tension de 5,000 volts dans la zone du port. Dans les limites de cette zone l'électricité est transformée en passant par 25 transformateurs installés le plus près possible des points réels de son utilisation, c'est-à-dire des culbuteurs à charbon, des ponts mobiles, des caniveaux des grues longeant les quais et des colonnes de distribution pour les installations de l'éclairage, et sa tension de 5,000 volts est réduite à la tension de travail. Le courant parcourt donc les canalisations de grande longueur à haute tension et n'éprouve par conséquent que des pertes minimales.

La tension de service est de 220 volts, abstraction faite de celle des conduites de prise de courant des grues du mur de quai, qui travaillent à une tension de 550 volts. A part l'exception mentionnée, l'établissement des installations électriques doit donc répondre aux prescriptions de sécurité pour courants à basse tension.

Les canalisations parcourues par le courant primaire à haute tension sont constituées tant en deçà de la sous-station qu'au delà jusqu'aux tourelles de transformation, sous forme d'anneaux, de sorte que même en cas d'accident à l'un des câbles d'alimentation, la transmission de l'énergie ne soit pas interrompue.

Là où l'on ne peut se raccorder à une grande centrale, il convient de recourir, pour diminuer l'importance des à coups dans la centrale à établir, à un groupe tampon fonctionnant convenablement et complété par des accumulateurs. L'on y arrive en accouplant un moteur synchrone à un moteur à courant continu avec excitation shunt, mis en communication avec une batterie d'accumulateurs. Si une grande quantité d'énergie est alors empruntée par saccades au réseau à courant alternatif, la batterie fournit du courant à la machine à courant continu, et le moteur synchrone qui travaille comme générateur de courant alternatif vient alors en aide à la centrale en transmettant du courant au réseau alternatif. Mais si ce réseau est faiblement chargé, la

tension augmentera à la centrale et la machine à courant alternatif fonctionnera comme moteur. De ce fait elle mettra la machine à courant continu en marche, et le courant produit par cette dernière servira au chargement de la batterie des accumulateurs.

Tandis que pour des engins de levage fixes, la canalisation est simplement raccordée à la salle des machines, l'on fait usage le plus souvent pour des grues à portique, dont la zone de travail varie, de câbles flexibles reliés au réseau de la canalisation au moyen de fiches de contact et s'enroulant sur le tambour d'une des grues à portique.

Pour des grues à portique à piédroits obliques, dont l'un des galets de roulement est placé à un niveau dépassant la hauteur d'homme, la transmission du courant est produite certaines fois par des rails à nu. L'on est forcé de procéder ainsi pour toutes les grues roulantes. Il en dérive des inconvénients qui ont leur importance, surtout lorsqu'il s'agit de courant alternatif et que la canalisation doit être protégée, l'accès des emplacements de travail des grues ne pouvant être interdit au public.

Il a été fait choix dans ce cas au bassin-canal du nouveau port de Duisbourg-Ruhrort de la disposition décrite ci-après et établie par les usines Siemens et Schuckert de Berlin.

Le mur de quai a 1,731 mètres de longueur, dont 1,728 mètres sont pourvus d'une canalisation à frotteurs qui permet d'alimenter en un point quelconque du développement total les grues mues à l'électricité. L'on a formé 6 zones de 290 mètres environ de longueur chacune et alimentées par trois stations de transformation. L'on a admis, pour calculer les sections nécessaires à la transmission de l'énergie électrique, que cinq grues soient installées dans chacune des zones et que leur moteur de levage soit de 70 chevaux. L'on a supposé de plus que celui de ces moteurs qui se trouve à l'extrémité du tronçon alimenté démarre et consomme environ 160 ampères, et que deux grues fonctionnent normalement en absorbant chacune 90 ampères, tandis que deux autres grues descendent des charges sans consommer de courant. L'intensité du courant dans les feeders est dans ces hypothèses de 340 ampères environ, pour lesquels l'on a prévu une section de cuivre de 3 fois 185 millimètres carrés.

Tandis qu'au début l'on se proposait de réaliser les conducteurs de contact des grues par fil aérien en cuivre à nu, comme c'est le cas pour les tramways, l'on trouva préférable en appro-

fondissant l'étude du projet, eu égard aux actions mécaniques, auxquelles sont soumises la canalisation de contact et la prise de courant correspondante et auxquelles le câble en cuivre suspendu à des isolateurs et la barre de trolley ne pourraient guère résister, de faire choix d'un mode d'exécution plus durable. La façon dont le courant est transmis avec succès depuis quelques années pour l'exploitation de lignes électriques, telles que celle du Métropolitain de Berlin, à l'aide d'un troisième rail, en constituait un exemple utile. Mais pour l'amenée du courant triphasé, il fallait recourir à trois rails conducteurs.

Toute la canalisation de contact est renfermée conformément aux indications des figures 1 et 2 de la planche II dans un caniveau aménagé dans le mur de quai entre son parement antérieur et les rails des grues et dont le dessus présente une ouverture longitudinale de 60 mm. de largeur. Pour constituer la canalisation de contact, l'on a utilisé des rails de mine de 60 mm. de hauteur et d'un poids de 8 kilog. 400 par mètre. Ces rails ont 7 mètres de longueur et sont supportés tous les 3 mètres par des isolateurs fixés au moyen d'un fer cornière bétonné. Chaque rail est en porte-à-faux à ses deux extrémités sur 0 m. 50 de longueur. La liaison mécanique des rails est faite à l'aide d'éclisses en fer; la résistance électrique de cette liaison est réduite comme pour les rails de tramways au moyen d'un fil de cuivre rond, vissé aux extrémités des rails par des bouchons métalliques coniques. Lors de la transmission des courants alternatifs, il se produirait pour des courants élevés de la force de 340 ampères une telle chute de tension, si la transmission ne devait se faire que par la section métallique des rails, que la sécurité de l'exploitation des grues pourrait être compromise. C'est pourquoi l'on a placé sur tout le développement de la canalisation des frotteurs, parallèlement aux rails, un câble auxiliaire en cuivre à nu de 50 millimètres carrés de section. Ce câble est suspendu à chaque extrémité des rails par l'intermédiaire des fils de cuivre qui relient les rails entre eux et mis ainsi en communication électrique avec la canalisation des rails frotteurs proprement dite.

Afin d'éviter une flexion trop grande et inadmissible de ce câble en cuivre, on le soutient par des pinces fixées aux isolateurs placés au milieu des rails. Si une consommation d'énergie plus élevée que celle dont il a été question ci-dessus, devenait nécessaire, il serait possible de recourir à d'autres fils supplé-

mentaires, ou bien il faudrait substituer au premier câble, un câble de plus grande section.

Les choses se passeront alors dans des conditions telles, que le fil auxiliaire en cuivre sera le vrai conducteur du courant alors que les rails de mine serviront principalement de prise de courant et supporteront les sollicitations mécaniques qui surviendront. Pour éviter les effets d'induction dans les rails d'acier, il a été nécessaire de ne pas trop rapprocher le fil auxiliaire des rails, et de laisser entre ces deux corps un espace d'air suffisant. En donnant au câble alimentaire cette disposition, la perte de tension est maintenue dans des limites admissibles pour l'exploitation des grues. Les moteurs des grues sont bobinés pour une tension de 500 volts, tandis que l'on maintient aux barres collectrices des centres de distribution dans les tourelles de transformation une tension de 550 volts.

Ainsi que le montre le dessin, les terminaisons qui établissent le passage des câbles à la canalisation des conducteurs de contact sont logés dans des niches latéralement au caniveau de la canalisation.

Sous les rails des grues, les câbles alimentaires, qui ne sont pas installés à une grande profondeur, sont placés dans de solides tuyaux métalliques afin d'être protégés contre les dégradations, notamment lors du bourrage des traverses des grues. Afin de pouvoir en cas de dérangement par suite du bris d'un isolateur, promptement changer de câble, ces tuyaux s'étendent jusqu'au pied des tourelles de transformation.

En exploitation normale, chaque sous-section est alimentée par le feeder qui lui est propre. Afin d'éviter toutefois d'assez longues interruptions en cas d'accident au câble ou aux appareils connecteurs, l'on a prévu aux cinq points d'interruption, pour chacun des rails, des boulons de contact, qui permettent, pour la fixation de pièces de cuivre plates, de mettre chaque tronçon en communication électrique avec son voisin. Les câbles sont raccordés aux rails de façon à pouvoir être aisément dégaçés et à être éloignés des rails, en cas d'avarie, sans grande interruption de service. La disposition donnée à la distribution de chaque câble est indiquée au schéma des connexions, figure 5, planche II. Les appareils de connexion sont fixés par groupes de deux câbles parallèles sur une plaque commune en marbre et logés dans le dessous des diverses tourelles de transformation. Les canalisations qui transmettent le courant primaire à 5,000 volts

traversent sous forme de câbles isolés la partie inférieure des tourelles de transformation, qui est donc à l'abri de la haute tension. Avant que le courant alimentaire dont la tension a été ramenée à 550 volts, n'atteigne les rails collecteurs au tableau des connexions, il passe par un interrupteur général à huile, placé au-dessus du tableau, mais qui peut être manœuvré à l'aide d'une manette placée au devant de ce dernier. Le dispositif des tringles nécessaires à cet effet est relié par un verrouillage à la porte donnant accès à l'arrière du tableau de telle façon, que cette porte ne puisse être ouverte que lorsque l'interrupteur principal a déclenché, et qu'il ne puisse être enclenché que lorsque la porte est fermée. L'espace derrière le tableau des connexions est donc forcément mis hors tension avant qu'on n'y ait accès ; cette précaution doit être prise dans l'intérêt de la sécurité lorsqu'on exécute des travaux de ce genre.

Pour surveiller la répartition des charges dans les divers tronçons, l'on a installé aux diverses jonctions de câble un ampèremètre et un voltmètre. Pour couper le câble d'alimentation, l'on se sert d'un interrupteur tripolaire, qui fonctionne automatiquement. Il est pourvu à cet effet d'un électro-aimant excité par la tension de service, qui maintient l'interrupteur dans sa position enclenchée par un cliquet sur lequel agit un ressort antagoniste. En cas d'interruption du courant dans l'électro-aimant, le cliquet est dégagé et l'interrupteur s'ouvre sous l'action du ressort.

Le schéma des connexions fait voir qu'il y a dans le circuit de l'électro-aimant commandant l'interrupteur principal, plusieurs interrupteurs unipolaires à boutons de pression, répartis le long de toute la canalisation des frotteurs. Ces interrupteurs, qui doivent servir en cas de danger et sur lesquels l'attention est attirée par des inscriptions, sont logés à la façon des avertisseurs d'incendie dans de petites armoires vitrées, fixées aux mâts en treillis des lampes à arc, qui sont distants de 80 mètres les uns des autres. En cas de danger, lorsqu'il s'agit de rapidement mettre hors circuit un tronçon de la canalisation alimentaire, il suffit de briser la vitre et d'appuyer sur le bouton ; le courant est alors interrompu dans le champ de l'aimant d'enclenchement et supprimé dans la canalisation alimentaire.

Pour préserver la canalisation alimentaire de courants d'une intensité nuisible, il y a dans le circuit de l'aimant d'enclenchement un contact qui est interrompu par un relais lorsque la

tension maxima admissible est dépassée, et qui fait sauter en même temps l'interrupteur automatique. Celui-ci remplace donc à la fois l'interrupteur à main, l'interrupteur de secours et le coupe-circuit. Pour l'exploitation normale, la connexion des interrupteurs de secours est établie de telle sorte, que ceux-ci ne soient mis en communication avec l'interrupteur automatique que par tronçons, de façon que seul le tronçon correspondant soit mis hors de circuit, par le fonctionnement de l'interrupteur de secours. Mais du moment que les raccords en cuivre des rails sont intercalés aux points de séparation des sections, il faut que les deux câbles partant d'une station de transformation puissent être actionnés à la fois par un des interrupteurs de secours des deux tronçons attenants. C'est à cet usage que sert le commutateur tripolaire indiqué au schéma et qui relie les interrupteurs de secours de façon à actionner séparément dans une de leurs positions les deux interrupteurs automatiques et simultanément dans l'autre.

L'appareil de prise de courant qui sert à établir la communication électrique entre la canalisation des frotteurs et les moteurs des grues est représenté par les figures 3 et 4 de la planche II. La condition à remplir par ces appareils est que le contact entre les rails conducteurs et le sabot de prise de contact se fasse suivant une surface assez grande, à cause des résistances électriques au passage. Pour atteindre ce but avec certitude, les sabots sont fixés par articulation aux isolateurs qui les relient à la plaque de l'appareil transmetteur. La liaison entre le bras qui pénètre dans le caniveau et celui qui est fixé aux piédroits des grues est réalisée au moyen de deux chaînes. Cette liaison ne peut être rigide eu égard au jeu des roues des grues, la voie de roulement n'étant pas exactement parallèle à la canalisation des frotteurs et le mur de quai présentant des inflexions assez fortes. Afin de réduire au minimum l'usure des rails conducteurs dans le caniveau, les sabots de contact sont faits en bronze.

Mentionnons encore pour finir l'éclairage électrique du port de Duisbourg-Ruhrort. Afin d'éclairer à frais aussi réduits que possible et en toute sécurité les installations étendues du port, qui sont très éloignées de l'agglomération de la ville, et dont l'accès des diverses parties est rendu plus difficile encore par les bassins du port, l'on a fait usage de lampes à arc de longue durée à courant alternatif mises en circuit automatiquement. Ces lampes ont été fournies par l'Allgemeine Electricitäts-Gesell-

schaft de Berlin ; elles ont une intensité de 12 ampères et brûlent pendant 90 heures ; elles sont suspendues à 12 mètres de hauteur à des mâts en treillis distants entre eux de 80 mètres. Les divers groupes comprennent un nombre de lampes variant entre 30 et 50, et ont été reliés à des tourelles de transformation, en excluant l'emploi de câbles aériens. Ces tourelles sont munies d'horloges faisant un tour en 24 heures. Avec l'aiguille des heures se meut une feuille chiffrée, dont une moitié, en blanc, porte l'indication des 12 heures du jour, tandis que sur l'autre moitié, qui est noire, sont notées les heures de nuit. De petites chevilles que l'on fixe au bord de la feuille chiffrée tournante, servent à débrayer l'appareil commutateur. Tous les quinze jours lorsqu'on remonte les horloges, l'on déplace les chevilles suivant les variations de l'heure du coucher du soleil. Cette opération faite, le service des lampes se borne à leur nettoyage et au remplacement des charbons. Outre cet éclairage qui fonctionne pendant les heures de travail, il existe pendant les heures de nuit, un éclairage fourni par des lampes à incandescence à filament métallique de 100 bougies, qui sont mises en circuit de la même manière que les autres lampes, avec des compteurs de temps spéciaux. L'on allume donc au coucher du soleil les lampes à arc. Quand elles s'éteignent à 10 heures du soir, les lampes à incandescence entrent en fonction et celles-ci sont remplacées à leur tour vers 6 heures du matin pendant la saison froide, par les lampes à arc jusqu'au lever du soleil. L'installation des circuits a été effectuée par l'usine rhénane-westphalienne d'électricité d'Essen qui fournit l'énergie électrique au port ; le schéma de ces connexions est indiqué dans la figure 2, planche I. Les lampes peuvent en outre être mises en circuit ou hors circuit à la main par groupes de trois, pour que certains emplacements du port où s'effectue un travail de nuit, restent suffisamment éclairés. Ne sont pas comprises dans le circuit général, les lampes qui sont adoptées aux divers engins de transbordement, tels que les culbuteurs à charbon et les grues.

OTTMANN.

ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

DES

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{me} Congrès - Saint-Petersbourg - 1908

1. Section : Navigation intérieure

3. Question

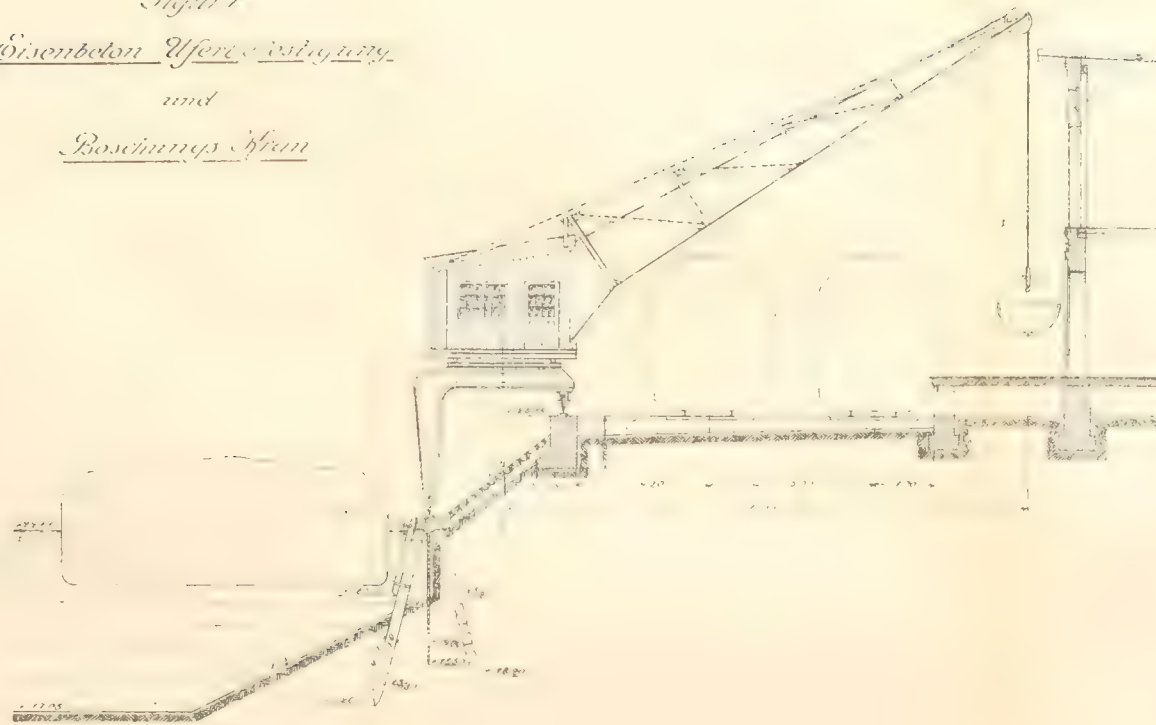
RAPPORT

PAR

OTTMANN

PLANCHE I

Figur 1.
Eisenbeton Uferverlegetung
und
Boschungs Stein



Maßstab 1:150

Druckwindung
von 1200 Volt

Widerstand
Sicherung

Stromzähler

220 Volt

Uhrschalter

Schaltuhr

Uhrschalter

Kontakte für Spannungs-
messung

Erde

Zähler

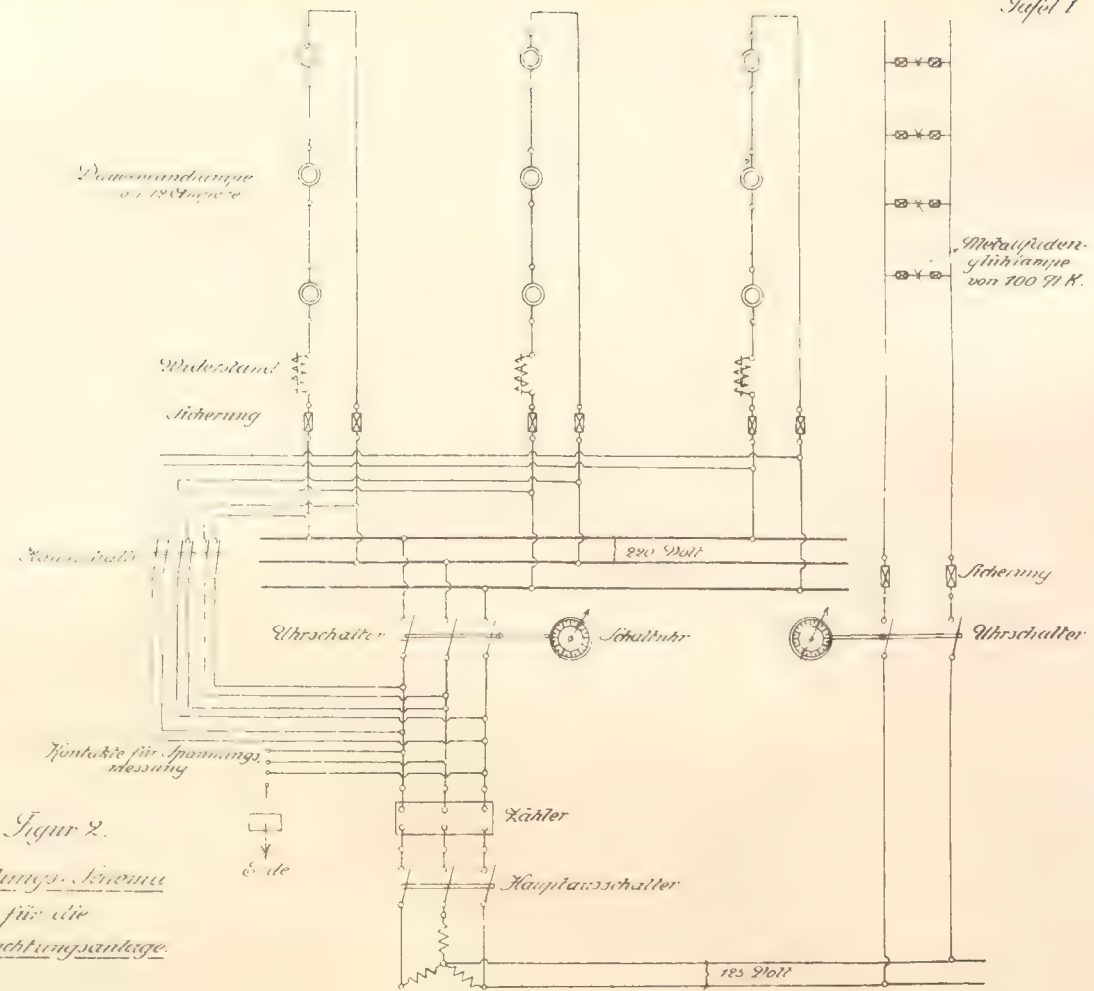
Hauptausw. Schalter

125 Volt

Metallfaden-
glühlampe
von 700 W H.

Seite 1

Figur 2.
Schaltungs-Schema
für die
Beleuchtungsanlage



ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

DES

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{me} Congrès - Saint-Pétersbourg - 1908

I. Section : Navigation intérieure

3. Question

RAPPORT

PAR

OTTMANN

PLANCHE II

ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

188

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{er} Congrès - Saint-Petersbourg - 1908

I Section : Navigation intérieure

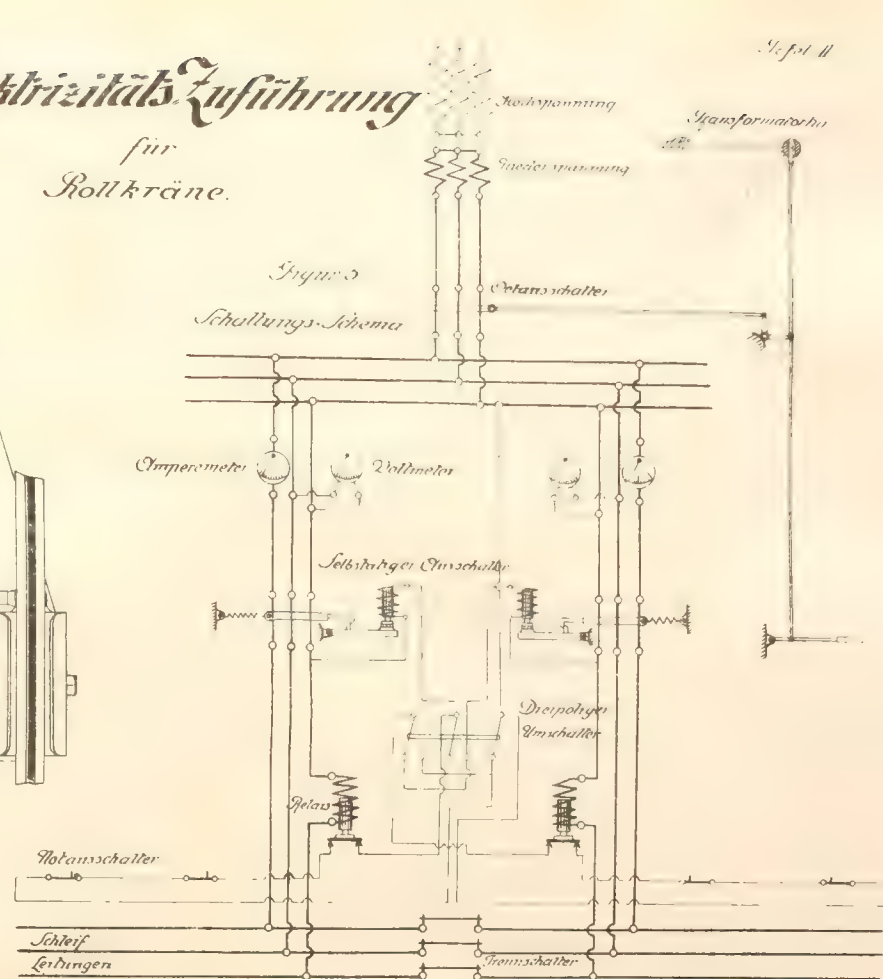
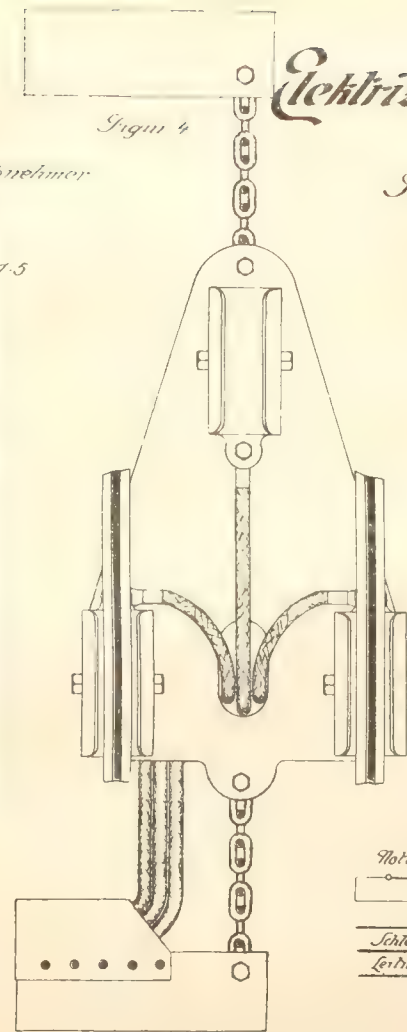
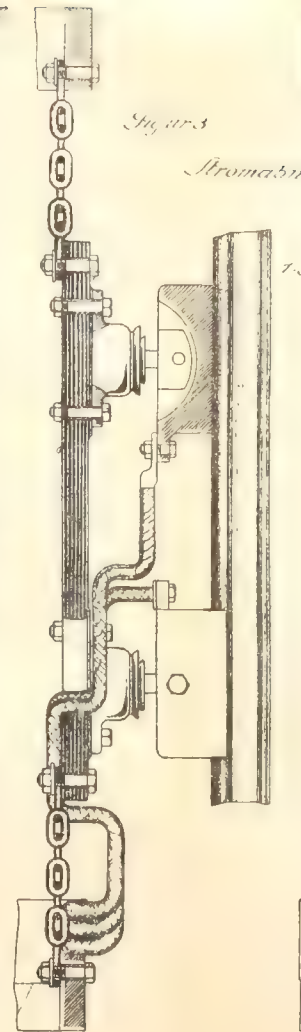
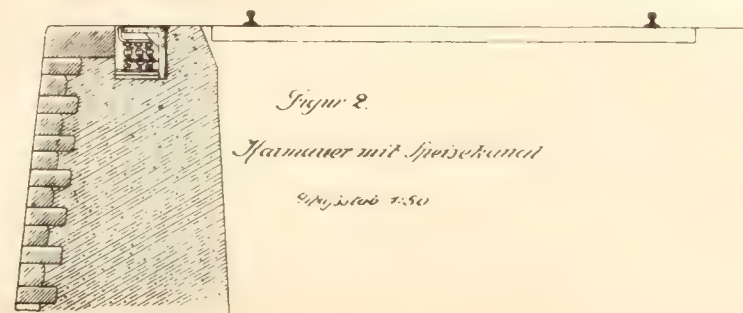
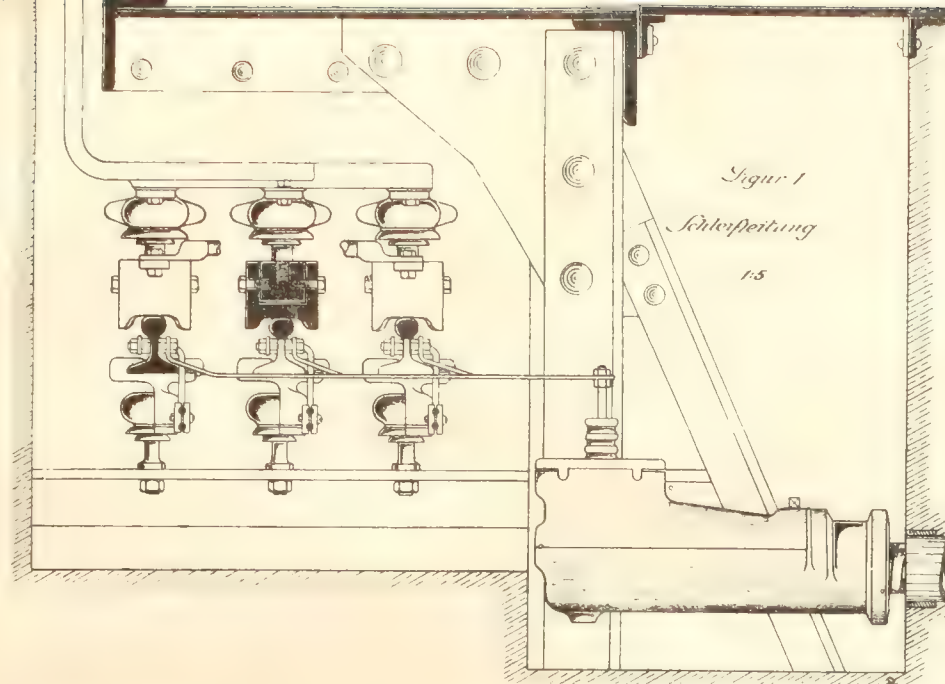
3. Question

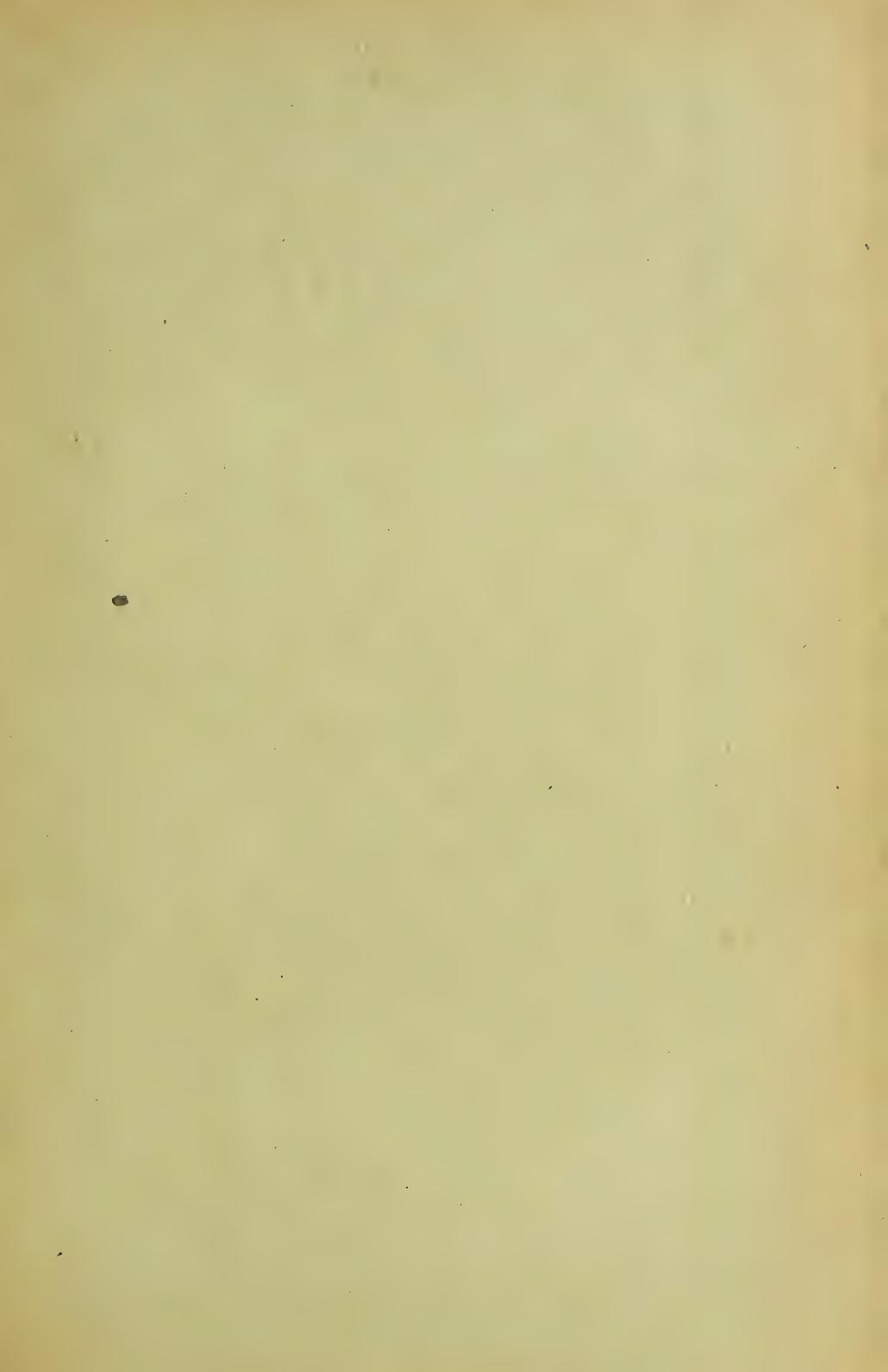
RAPPORT

Par

OTTMANN

PLANCHE II







PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION

OF

NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

I. Section : Inland Navigation

3. Question

Equipment of Ports of Inland Navigation

ESPECIALLY THE

ADVANCE MADE IN ELECTRIC PLANTS

REPORT

BY

Bela de GONDA

Sectionsrat und Chef der See- und Flussschiffahrts-Abteilung
im k. Ung. Handelsministerium

NAVIGARE



NECESSE

BRUSSELS

PRINTING OFFICE OF THE PUBLIC WORKS (CO, LTD.).

169, rue de Flandre, 169

The Commercial Harbour of Buda-Pesth

If there be a city in the interior of Europe which is specially destined by its natural situation to become the centre of a very extended international trade it is certainly Buda-Pesth.

Built on the banks of the Danube, that mighty river which connects the East with the West, Buda-Pesth is only 745 kilometres (463 miles) from Ratisbonne, the point of departure of this great international waterway ; 592 kilometres (368 miles) from Passau, the station of transit for Southern Germany ; 291 kilometres (181 miles) from Vienna, a commercial centre which also bids fair some day to become the centre of the waterways of Austria ; 504 kilometres (313 miles) from Belgrade, the capital of Servia ; 748 kilometres (465 miles) from Turn-Severin, an important centre of Roumanian traffic ; 1,520 kilometres (944 1/2 miles) from Galatz, the river and maritime port of Roumania ; and lastly 1,687 kilometres (1,048 miles) from the Sulina mouth of the Danube.

By virtue of this situation Buda-Pesth is called, so to speak, to become the centre of the commercial movement going on from East to West or from West to East. This position is further accentuated by the fact that the principal railway lines of Hungary converge there, and that those leading from South to North or vice versâ pass through Buda-Pesth, so that this city is the centre of the railway system as well as of that of the waterways.

Glancing at the map, one is struck by this situation of Buda-Pesth, which is the geographical centre of gravity, not only of Hungary, but also of Eastern Europe. In order to make Buda-Pesth a grand centre of international commerce, it will be necessary to improve on this favourable condition of things and turn the advantageous situation to account.

Since the beginning of last century this commercial importance of the capital has been recognized, and in 1820 Mr. Wersak, in his interesting work dedicated to the Municipal Coun-

cil of Pesth, laid stress upon the circumstance that, with the exception of the seaports, there is no town which lends itself so well to the part of entrepôt of transit goods on their way from Turkey to Austria or Germany, or vice versâ, and can offer so many advantages to all branches of trade. For this reason, wrote Mr. Wersak in 1820, Buda-Pesth is one of the most important commercial cities of Europe; but when the Danube navigation shall extend to the Black Sea and even farther, Pesth must inevitably take rank with the most important markets in existence. And, when the right of free storage shall have been added to this, warehouses for the manifold products of German, Mussulman, and other origins will be established and foreign capital will flow in. And the town, by the way, has improved and increased within recent years, and will soon rise to be one of the richest and most flourishing in Europe.

Since that time a great deal has been done to improve the navigability of the Danube and to fit this river as far as possible to play its part in the general movement. We may here recall the important works on the Upper Danube, costing 27 1/2 millions of crowns (£ 1,146,000), which improved the navigation towards the west; and the grand works at the Iron Gate and its cataracts, which at a cost of 45 millions of crowns (£ 1,875,000) have opened to navigation an unimpeded way to the Black Sea. At the same time the facilities for dealing with merchandise at Buda-Pesth have in their turn been considerably improved, without at the same time contributing to the development of the commerce of the capital itself.

Without question Buda-Pesth has progressed to a very considerable extent; but it has not yet succeeded in becoming what it wishes to be, viz. the centre of the commerce of West and East.

This situation of the market of Buda-Pesth is not in itself sufficient to bring about the development of the prodigious international commerce which the natural advantages of this town seem to promise. We see, also, that as regards commerce, the apparently justifiable hopes of the author we have quoted have not as yet been fulfilled. And why? The reasons are, that little has as yet been done at Buda-Pesth for the development of commerce, that we have not paid attention to the relatively gigantic works of our neighbours and have not sufficiently appreciated nor imitated them.

It is true that immediately after the compromise of 1867 the Government and the Municipality set to work to study this question ; but the necessary steps have been taken too late in the day, after the growing traffic has shown their urgent need, or they have not been taken at all.

Article X of the law of 1870 authorises the Government to issue a loan of 24 million florins (£ 1,000,000) for the improvement of the Danube in the interior of the territory of the capital, that is to say to protect the town against floods and to provide large quays and tracts of ground open to the operations of trade.

The scheme for the regulation of the Buda-Pesth section of the Danube had in view a harbour which was composed of three parts :— *a*) of the North Harbour situated on the left bank down-stream from the harbour of refuge of Yjpest, *b*) of the harbour established in a closed arm of the Danube (Soroksár Arm), and finally of the South Harbour on the right bank in the Lágymányos basin referred to, which results from the regulation of the Danube. All these harbours have been projected as closed harbours provided with entrance gates.

These proposals were not, however, carried out, and according to the report of the Minister of Public Works on the harbours, docks, and warehouses of Buda-Pesth, the Government is restricted to a scheme of improvement of the Danube *intra muros*, conceived in such a manner that these works, once finished, would not stand in the way of the establishment or eventual development of the harbours at a later time. At the same time the Government considered themselves bound not to go too far, and to ascertain how far private enterprize would contribute towards the establishment of the harbour.

For these reasons the harbour question has ceased to be seriously entertained. Instead of it, the Government applied themselves to the improvement of the quays, and in 1871 the Minister of Public Works asked the advice of Mr. Dalmann, Director of Public Works, of Hamburg, on the subjects of the quay machinery and arrangements necessary for the transshipment and warehousing of merchandise and of the expediency of the construction and management of one or of several harbours.

Mr. Dalmann made his report in 1872, but his proposals were never carried into effect.

The Municipal Council of Buda-Pesth have been considering

the question of ware-houses since 1862, but have still arrived at no result. In 1874 a special commission composed of 24 members was appointed to consider means for improving the commerce of Buda-Pesth ; following the report of this commission, the Municipal Council decided to construct free ware-houses and to place them on the Csepel Quay. The preliminary works for these warehouses were not finished till about the middle of 1880, and it was not till 1883 that the Government availed themselves of article LXV of the law of 1880, and proceeded to realize these projects and to construct the ware-houses, grain elevators, and silos on the Csepel Quay, on the ground adjoining which the State railway has built a goods station that has served as an intermediary in the transshipment between water and land.

But all these arrangements came far short of the requirements of commerce, even when first built. Meanwhile the transit of goods has entered on a phase of rapid development, and commerce in its turn would have grown at a very much more rapid rate if the measures had been taken which constitute the conditions of existence of the creation of an international trade. A harbour well provided with appliances for the loading and warehousing of goods might have been obtained.

Practically, in order to make a city situated on an important river the centre of an international commerce, it is absolutely necessary to equip the quays with all the apparatus that can facilitate the loading and discharging of merchandise as also its warehousing, handling, etc., that is to say, with everything which is the fundamental condition of the formation, continuance, and development of a commerce bearing an international character.

All these requirements are capable of realization only within the frame-work of an important commercial harbour, which, closely connected with the railway system and equipped with all the necessary plant, offers to commerce every advantage it could wish for in making the place a grand centre of operations.

This is of special importance in connection with cereals and raw materials, which could then be discharged, warehoused, warranted, sold, or forwarded with the utmost despatch. Without considering that the warehousing would be effected at a very low price, every kind of handling of the goods would be done by machinery and would cost but little. The cost having thus been considerably reduced, an annual economy of several

millions could be realized, and such a quantity of goods could be warehoused that the Buda-Pesth market would exercise a marked influence in the fixing of prices in the commerce of the world.

On the other hand the industrial harbour, which would be established in connection with the commercial one, would offer an advantageous opportunity for the establishment of works of various kinds, with the further consequence of the promotion of a trade in raw materials, which would contribute to the general traffic. By the construction of a harbour such as this, Buda-Pesth would become — as Mannheim-Ludwigshaven has done for Central Europe — an important centre of commerce and industry for Eastern Europe.

Abroad, especially in Germany, towns situated on the banks of the large rivers have for some time realized the great importance of commercial and industrial harbours, and those which have outstripped the rest, such as Mannheim for instance, which owes its development to the wealth of its harbour, have taken the trade away from the others ; these, in their turn, have not been slow to increase their traffic, to develop their commerce, and to create new sources of wealth.

In Germany, on the Rhine, there are twenty three river harbours of more or less considerable importance, several of which possess industrial harbour as well. And when we see how the enormous development of Mannheim-Ludwigshafen, the starting point of the prodigious Rhine navigation, encourages, prompts, nay forces the towns situated further up-stream to construct commercial harbours for themselves even before the canalization of the river has reached them, in order, so to say, to accelerate this latter work ; when we look at the construction of the canal from the Rhine to Dortmund, as a result of which the creation of a harbour became possible at this town also — we must feel astonished that Buda-Pesth, the situation of which is such that it possesses all the conditions necessary to the foundation of a commercial and industrial harbour, to the ensurance of the economical development of the town, and to the assistance of that of the country — should be destitute of all these facilities.

If we leave the Rhine and proceed to the Elbe and Oder, we see towns such as Dresden, Magdeburg, and Breslau following the example of the Rhenish ones and constructing harbours, at

their own expense again, to keep the transit trade true to them and to create centres of commerce and industry.

In the early ages the monarchs granted emporial or warehousing rights to certain towns, by which merchandise entering from without could be discharged within them and sold to the inhabitants; today the towns construct harbours to arrest the passage of the merchandise, or to enable them to discharge, warehouse, class, prepare, or transform it; all this brings to the inhabitants occupation, work, profit, and wealth, which are accompanied by a simultaneous growth of the well-being and of the intellectual and economical progress of the population.

The extension undergone by the business of Buda-Pesth proceeding by water and by rail during the last thirty years gives the best proof that the natural basis of an important traffic really exists, and that it is only necessary to provide the transit with facilities for rapid, cheap, and simple transshipment to enable the grand international market to create itself.

The total traffic of Buda-Pesth has increased during the last thirty years by 217 per cent, that is to say, by at least 7.2 per cent per annum.

The following table shows the relative amounts of the exports and imports at the beginning and at the end of the period 1876-1906 : —

MERCHANDISE	1876	1906	PERCENTAGE OF INCREASE	
	1000 q. (1)	1000 q. (1)	1876-1906	Minimum
General traffic.	23,782	75,549	217	7.2
Traffic in goods imported.	16,250	50,250	—	—
» » exported.	7,500	25,250	—	—
» by water.	6,536	20,147	208	6.3
Total traffic in cereals.	6,505	16,683	—	—
Traffic in cereals Imports.	5,400	13,500	—	—
» » Exports.	1,100	3,100	—	—
» in corn.	2,856	12,183	326.5	10.9

(1) 1 Quintal (q) = 220.46 lbs.

In regard to these figures, it must be observed that the transit traffic is not included in them. It will readily be understood, however, that as soon as a commercial harbour has been constructed at Buda-Pesth, a large part of the transit goods will be directed into its interior and will there await a favourable turn in prices; it may even be expected that new traffic will result from the handling, classification, and setting to work of the goods, such as that which has resulted at Mannheim or Mayence, where the manipulation, packing, and forwarding of merchandise of the most various kinds (tea, coffee, wines, spices, etc.) go on, according to the customs and requirements of commerce. At Buda-Pesth, also, after the construction of the harbour, a very extensive trade would be developed.

The managing authorities of Buda-Pesth, who could have created a complete set of harbour machinery such as is necessary for carrying on the work, have not even approximately kept pace with the considerable development which has taken place in water-borne traffic. The increase in the traffic has indeed had the result that various quays have been constructed, the total length of which has reached 10,726 metres (11,770 yards), 7,171 metres (7,842 yards) on the left bank and 3,591 metres (3,928 yards) on the right bank; but they are far from sufficing for the needs of commerce.

These quays were constructed more from the point of view of the regularity of the town, and the latter itself has developed in such a manner, that the most beautiful palaces are to be found on the quays, — indeed that the quays would hardly be sufficient for the carrying on of the different operations of harbour work; they are too much hemmed in by houses; the open ground is too narrow; the stairs are arranged so as to hamper the work; the quays cannot be connected with the railways; the appliances for dealing with goods are too few in number, and, even if more of them were at hand, it would be very difficult to find places for them. The operations of loading and discharging of goods accordingly become very difficult, very slow, and very expensive. But it is the corn-trade which suffers most, and which is unable to develop. Everywhere the date of loading is uncertain; transshipment and cartage are expensive; warehousing can be done only in sheds that are a long distance off and inappropriate, in which systematic manipulation is almost impossible, and where the cereals are in consequence liable to rot. And this is the case with the corn which arrives

by rail. This is no doubt the reason why a large part of the corn passes through without making a halt at Buda-Pesth.

The free warehouses, of which there are four, the grain elevators and silos built by the municipality in connection with the goods station of Ferenczváros and intended to serve the purposes of the land and water traffic and to put these two branches in touch with one another at the station, can only deal with an insignificant part of the work.

As far as the traffic in cereals is concerned, there is at its disposal only one building fitted with elevators and silos of a total capacity of 270,000 quintals (about 27,000 tons) and some free warehouses of a total capacity of 626,000 quintals (about 62,600 tons), which are scattered over the town and are under the surveillance of the general Management of Storehouses.

These buildings can thus together take in about 900,000 quintals (about 90,000 tons) of grain. During the period 1901-1905 not more than 1,800,000 quintals (about 180,000 tons) of cereals were stored. But the least annual importation of cereals for the five-year period 1901-1905 reached 12,200,000 quintals (about 1,220,000 tons), the larger part of which, 6,700,000 quintals (about 670,000 tons), is transported directly to the storehouses of the large mills, while the remainder, about 3,700,000 quintals (about 370,000 tons) finds its way into hired underground stores belonging to private owners. We see then that the greater part of the cereals which arrive by boat are discharged by the help of labourers — on the backs of men, — which is an expensive and slow operation, especially considering that the corn very often has to be transported by means of carts, sometimes for considerable distances. Under these circumstances — apart from the consideration that the boats are not made the most of — the merchants are exposed to the possibility of a large variation in price, to delays in despatch, to losses of interest, in fact to detriment of all sorts. This is the explanation of the want of proportion between traffic by water and that by rail. Although the net cost of transport by water may be less than that by rail, and the tariff charges in the first case may be fixed at lower rates than in the second, the apparently inconsistent fact is established that the preference is always given to transport by railway whenever a choice is open between the two methods. Thus as soon as we have established the fact that the difference of the cost of transport is quickly lost by the

delays and supplementary expenses of forwarding by water, we shall cease to find it incredible that merchants prefer the railway. It is incontestable that the despatch by it is more rapid and more regular ; but on the other hand the want of waggons and the overwork of the employees is to a certain extent the result of a bad distribution of the traffic.

Apart from the cereals, all the products of agriculture and industry are deprived of the installations which modern commerce so urgently requires ; the result of this is the slackening of the rate of development of business and the increase of the market prices all along the line.

The want of machinery and of the equipment required for traffic by water will make its baneful influence felt in a more marked manner when the canal from the Danube to the Theiss has been constructed, and when the traffic will suffer more by the absence of the installations required for quick, easy, and cheap manipulation.

One disadvantage of the commerce of Buda-Pesth is the want of a close working together between the water traffic and the railway traffic ; this results in comparative hindrance to the power of disposal and to punctuality of despatch of the goods.

The use of the warehouses is not yet developed in our trade, and this prevents it from extending ; and this holds good both for the trade of the country and for the through trade ; and yet — we repeat — it will be very difficult to find a better situation for a trade centre than that of Buda-Pesth.

It is not only to facilitate traffic by water, but it is to advance the interests of trade in general and develop the economical interests of the country, that the establishment of a harbour is almost a necessity.

The opinion that the harbour, exclusively or for the most part, serves the interests of navigation, is not well founded. It is incontestable that it has a considerable influence on the latter also, but from the point of view of traffic it can only be looked upon as a passive factor, which can become an active one only by the co-operation of trade. Its influence, then, is not only a local one, but makes itself felt all over the country.

A harbour well equipped with machinery is not merely a simple medium of traffic, or a depot for merchandise ; it is a centre of trade, and an invaluable factor of our outward commerce.

A commercial harbour has the faculty of endowing the traffic

with all the qualities of easy and orderly manipulation, depending simply upon the circumstance that it brushes away all hindrances which could delay the march of business, thus doing away with the transit traffic by supplying it with a free harbour in addition to its own facilities.

This circumstance accordingly enables products coming from abroad and requiring manipulations of the nature of working-up, classification, packing, or distribution close to their place of consumption to be admitted to the harbour in large quantities.

It is to be anticipated that the products which tend to play a part in the transport relations of Buda-Pesth (colonial products, spices, southern fruits, grease, oils, spirits, dyes, chemicals, etc.) will be directed towards the proposed harbour, in order to arrive there at a more reasonable price, in the heart of the country and in the midst of the consumers.

While examining all these questions one is struck by another fact, that is equally remarkable.

The raw materials produced by the Balkan countries do not ascend the Danube, which would be the shortest way by which to reach the markets of Central Europe, but they take the sea route right round the continent.

Roumania, three quarters of the frontier of which is formed by the Danube, neglects this river, but constructs railways leading to the sea-ports and keeps them up at great sacrifices, while she devotes all her efforts to the encouragement of sea navigation.

Bulgaria has constructed a line of railway in the direction of Varna, and the harbours of Bourgas and Varna, has granted subsidies to steamers in order to increase the scope of her traffic to western Europe, and has completely neglected the Danube route.

Servia, probably because she had not the means of keeping up a navigation company, would not refuse the smaller demands of the enterprizes which help to direct the traffic towards Salonica.

At the same time we see Bosnia constructing a whole series of lines of railway leading towards the Adriatic coast although considerations of politics or of the traffic itself would sufficiently justify a preference for a route by Buda-Pesth and show its advantages.

When the advantages offered by the harbours of the Danube are compared with those of the sea-ports it is impossible not to

see that the reason why the different states neglect the Danube, this communication way so eminently adapted for the export traffic, lies solely in the fact that the traffic does not find in these harbours, the conditions necessary for its wants.

At the moment, however, when Buda-Pesth is endowed with a harbour, and with the facilities for loading, warehousing, etc., together with the means of working them, the traffic of these states in raw materials would not be slow in making its way towards the Danube. This traffic would in the first place be one of transit, because it would not look for its consumers in Hungary and would only pass through that country because the route had greater advantages for it.

From all that has been adduced in the foregoing, the need shows itself not only for means of facilitating the local traffic, but also of arrangements which will enable the harbour to become the centre of the transit traffic also.

Moreover, the commercial circles of Buda-Pesth have for years keenly felt the want of combined action between the water-way and the railway and they continue to give expression to their justifiable complaints that the quays of Buda-Pesth no longer meet the needs of business. The Chamber of Commerce has several times discussed this most important question and has shown the necessity for the construction of a commercial harbour. In their meeting of July 7th., 1891, the Chamber again took up the study of this question, and on the strength of documentary considerations submitted a report to the Minister of Commerce in which they in part called attention to the existing evils and in part indicated the measures which would tend to remove them. — Their opinion — confirmed by those of competent men — was that the enlargement of the quays would not alter the defective state of the existing plant, and that it would be necessary to look for a new site, and to construct a harbour devoted to the concentration of the large goods traffic. The Chamber of Commerce considered this necessary, going as they did on the important principle, that it will only by this means be possible to lower the supplementary expenses and to accumulate such a quantity of merchandise that our market will be able to exercise a sensible influence in the determination of the prices.

This report remained for a long time unheeded. It was not till several years later, on March 25th., 1896, that the Government decided to study the project of a harbour for Buda-Pesth.

In view of the importance of the question, it was in the first place, necessary to make a study of corresponding arrangements abroad. My two late lamented colleagues, Mr. Bodog Speidl, Inspector of State Railways, and Mr. Ernest Izsáky, Engineer in chief to the Ministry, and myself, had the honour to pay visits to the celebrated harbours of the Valleys of the Rhine, Oder, and Elbe; we were then commissioned, on December 5th., 1896, to prepare a design for a harbour. The choice of a site, the extent, the arrangement, etc., were left to us to study: the only instructions given to us were, that the proposed harbour was to be brought into close relation with the railway system and that our study should further include the establishment of a goods station in connection with the design of the harbour. After a preliminary study work was commenced on the harbour design on May 1st., 1897.

As we have just observed, the harbour was to be placed in connection with the railway system and with a proposed station; the result was that it became necessary to provide for a shunting station in the design as well. In considering the design for the commercial harbour equipped in the manner proposed, it was impossible to shut one's eyes to the advantages which might thereby be offered to industry, if opportunity were given to manufacturing works to establish themselves on neighbouring territory. The activity shown by foreigners in this direction and the plausible nature of the question naturally led us to the idea that it was necessary to design an industrial harbour also in conjunction with the commercial one.

As regards the extent and situations of commercial and industrial harbours with their plant, the design was based upon the following principles: —

1. The harbour must be designed in such a manner that it will form a commercial centre to which cumbersome goods despatched to Buda-Pesth would be directed and that these goods could there be warehoused manipulated, put into boats or wagons, and sent on to their destination. The importance of a harbour is increased by the fact that the merchant, in most cases in which goods arrive at it, does not know himself whither he will send or how dispose of them: it is incontestable that his expenses will be reduced if he can approach the place where his goods are warehoused equally well by carts or wagons and by boats. It is necessary, then, to put the harbour in communication with the railway, and this in such a manner

that an extensive network of rails and a goods station be there created, for which a regular run of work in the handling of goods is assured ;

2. The buildings to be provided to take in the goods should be built in a simple fashion, but should adapt themselves to the nature of the merchandise, so as to reduce the cost of storage to a minimum. It was necessary, besides, to provide for the construction of buildings of different sizes to facilitate the holding of auctions ; on the other hand, it is a matter of first-rate importance that the warehouses should be of such dimensions, that, without warehousing, the manipulation and dressing of the products may take place in them ;

3. On the part of the mercantile interests the advice was given, that it is highly desirable that part of the harbour should be set aside for transit traffic, and that it should be equipped with all sorts of plant, a depot, etc., — in fact, that a free harbour should be established. It would be very desirable to build a custom-house there also ;

4. To admit of easy and rapid working, it was decided to lay down modern machinery ;

5. To make the harbour available in the best possible manner for the great local industry, it is desirable that an industrial section be constructed, and that all the works adjacent to it be put in connection with the waterways and railways. Under these conditions it would be possible for these manufacturing establishments to form integral parts of the commercial harbour and to profit by all the advantages offered by the general harbour.

In adopting these principles it was above all things necessary to seek a spot in the vicinity of Buda-Pesth, which could furnish a better site for the harbour.

The studies undertaken towards this end have brought us to the conviction, that the best site for the harbour and its approaches would be the up-stream extremity of the island of Csepel. Below Buda-Pesth the Danube divides into two branches ; one of these (the Soroksár arm) has been closed for thirty years in order to avoid the formation of silt by the effect of the increase of the vis viva of the current in the other arm. The Soroksár arm is fed by a sluice capable of passing 47,500 cub.m. (1,680 cub. ft.) of water per second ; according to recent proposals this arm is to be made available for navigation by the estab-

lishment of an open channel down stream and a lock above the part closed by the bar of the arm.

The ground at the fork of the Danube would be very suitable for harbour purposes seeing that, besides being out of cultivation and therefore very cheap, it lends itself excellently to the construction and development of quays and basins, which could be established according to the requirements of the traffic ; on the other hand, the basins and the approaches could be arranged in the most suitable manner for the establishment of the manufacturing works, which can be placed in connection with the quays, the railway lines, and the roads. Moreover our choice is supported by the circumstance, that the closed arm of the Danube, or rather the part of it between the open channel and the proposed lock, might form part of the harbour in the shape of a vast basin.

We may further add, that this is the only site in the neighbourhood of Buda-Pesth which, while allowing itself to be placed in direct communication with the railway system, is in the immediate vicinity of the capital and does not stand in the way of the future development of the city.

The Chamber of Commerce set forth in their report, that it is absolutely necessary that the harbour should not be too far away from the central part of Buda-Pesth on the left bank and that, on the other hand, the basins, the quays, and the network of railway lines be easily extensible as occasion may arise. Thanks to its favourable situation, the up-stream end of Csepel Island would answer to these requirements. The distance between the harbour and the city is nowadays of no consequence, since all the manipulations are undertaken by public agents, who are worthy of all confidence, and to whom orders may be sent or given directly by telephone. Besides, by the use of the electric tram, the journey to the harbour may be shortened to one of from 20 to 25 minutes.

The circumstance that the canal from the Danube to the Theiss would start from the closed arm of the Danube is an additional argument in support of our choice ; this fact increases the importance of the site under consideration.

The site once chosen, the commercial and industrial harbours and the station have been sketched out and cover a territory of 575.50 hectares (about 950 acres). The various sections together form an organic whole, the elements of which can be placed in connection one with another.

At the very commencement of our studies in regard to these general dispositions I had the opportunity of laying the designs before specialists in different foreign countries, including Mr. Franzius the celebrated designer of the Bremen harbour and Director of Public Works in that City, Mr. Corthell, the highly distinguished engineer, well known by his splendid works on inland navigation and sea-works, Mr. Ahlfeld, constructor and manager of the Tilbury docks, in London, and others. All of these gentlemen found the dispositions not only well chosen, but worthy of imitation, and they did not hesitate to say that the up-stream end of Csepel Island is the best possible site for a future important harbour, the like of which cannot be found, in any port in the world. The opinions of these experts could not but strengthen our opinion — which, moreover, was shared by influential commercial and industrial men — that the harbour ought to be constructed at the up-stream end of Csepel Island. It is a point of importance, then, to secure as much land as may be adjudged necessary for the harbour and for its future development on a large scale, even though this may, for the time being, entail considerable sacrifices; for it too often happens that a framework of too narrow bounds may fetter all future extension in an insurmountable manner.

The Commercial Harbour.

In order to determine the necessary extent of the harbour and the manner in which it should be constructed, an estimate was first made of the traffic which could probably be counted upon towards the close of the next decade. According to the very detailed calculations, this probable traffic would in ten years amount to 21 millions of quintals of cereals and to 21 millions of general merchandise (including materials of construction and fuel which do not require to be warehoused), regardless of whether such merchandise might arrive by road, railway, or waterway. On the other hand the figures show the quantities of goods brought into the city, as well as those despatched from it. We have likewise estimated — on the basis of the actual conditions of the traffic of the existing warehouses and silos — the minimum and maximum stocks of cereals or general goods to be provided for. These are the data which

have served us as bases in determining the extent, the subdivision, the arrangements, and the machinery of the harbour.

For actual needs three basins have been projected on the extreme up-stream end of the island ; at the same time room is left for two other basins which may be constructed at a later date. The main entrance to the commercial and industrial harbours is designed on the convex bank of the island, where the current of the river has already set towards the opposite bank ; as a result of this choice the boats can enter the harbour without being liable to damage, even though a break-up of ice should take place on a small scale.

The marking of the entrance-channel, and the shapes and situations of the outer harbour, and of the basins are arranged in such a way that the boats can easily make their way in, wherever their moorings may be.

The arrangement of the harbours is such as to bring about a desirable division of the goods according to quality, destination, and nature.

In order to establish means of communication between the harbour and the closed arm of the Danube (the Soroksár), a lock is projected between the closed arm and the first basin.

In order to fix the breadth of the basins, it was assumed that two rows of boats were ranged along the quays in such a manner that they could load and discharge simultaneously, and that unless a third row of boats were lying waiting for their turn the boats could move about in the basins without difficulty. A breadth of 100 metres (328 ft.) has, then, been everywhere provided, except for the first basin where it has been increased to 120 metres (394 ft.) on account of the coming and going of the boats approaching from the closed arm or departing towards it.

In consideration of the circumstance that the project for the regulation of the Danube aims at a minimum depth of 3 metres (9 ft. 10 ins.), we have provided for a minimum depth of this amount at low water. With this depth even the boats of the greatest draught of water (and which ply on the Danube) can easily pass to and fro in the harbour even at the lowest state of the water.

The Danube is separated from the first basin by a long mole of 1,300 metres (4,265 ft.) in length and 120 metres (394 ft.) in breadth ; the defence of the banks is formed on the outer side by stone packing and on the inner side by a quay wall.

The crest of the packing and the level of the surface of the mole for a breadth of 55 metres (180 ft. 6 ins.) are + 8 metres (26 ft. 3 ins.) (on the mark-post) above the level of low water; the remainder of the mole, including of course the quay walls, is + 5.50 m. (18 ft.) above low water, the height being here reduced in order to facilitate the loading of the vessels and to reduce the cost of this operation. On this less elevated part of the mole 7 sheds are arranged of a total capacity of 328,000 quintals (328,000 tons). The transshipment is effected by the help of seven movable cranes of 1,500 kgs (about 1.5 tons) carrying capacity and two movable cranes of 4,000 kgs (about 4 tons) capacity worked by electricity in each case. It might happen, though very rarely, that the Danube could invade this mole on the occasion of a very high flood; in such case the traffic would be transferred from it to the third mole.

The outer side of the mole, that is to say, that where its surface is + 8.60 m. (28 ft. 2 1/2 ins.) at the mark-post, serves as open ground for cumbersome goods and for coal. This is the place where the boats take in their cargo and the wagons are discharged directly into them when necessary. In view of this a design has been made of an appliance for discharging or transshipping, which can empty a wagon into a boat at a single stroke, and which at the same time serves the purpose of a crane for loading objects of large dimensions on to boats or wagons.

The mole situated between the first and twelfth basins will be bounded by quay walls rising 8 metres (26 ft. 3 ins.) above the low-water level. Along the quays five warehouses, each 3 storeys in height, will be built, and another such at the head of the mole: all these buildings will be provided with cellars; as the traffic increases four more warehouses can be built behind the ones above mentioned. Here also the Custom-House will be located, in the vicinity of which some of the storehouses could be converted into a free harbour in which the manipulation of transit goods could be effected. Another section of these storehouses will be built conformably with the special needs of the traffic; thus the storehouses will be set aside for cotton, the cellars for the manipulation of the wines, and certain places for the holding of auctions, as also depôts for hides, refrigerating rooms, etc. The warehouses will be provided with electric lifts and the quays equipped with moveable cranes.

As long as the transit traffic does not assume considerable proportions — which would require that the whole harbour be reserved for transit traffic — a part of the dépôts on this mole, on the south side of the third basin, will serve the purpose of storing the products of Hungary. The boats belonging to the administration, the halls, the power house, the fire-engine house, etc., are arranged in the vicinity of the free harbour.

The mole between the twelfth and thirteenth basins will be reserved for cereals : provision has there been made for the construction of 8 buildings containing elevators and silos, of a total capacity of 2,278,000 quintals (about 2,278,000 tons).

On the south side of the third basin six one-storeyed store-houses will be built for the traffic in Hungarian merchandise ; the storeys will be utilized for warehousing, manipulating and working-up the products.

Around these moles there are 4,292 metres (4,695 yards) of quay-wall and 2,425 metres (2,652 yards) of mason work, along which 81 boats can be loaded or discharged, or 157 boats if they are arranged in two rows, which are then worked simultaneously.

In view of an eventual widening of the harbour, ground has been provided on which two additional basins may eventually be constructed fringed by quay walls 4,200 metres (4,593 yards) in length ; these basins and the necessary store-houses and machinery will be able to cope with a very brisk and highly developed traffic, which is to be looked for only in the distant future.

In order to place the traffic movements of the railways and of the waterways in touch with one another, it is proposed to arrange two pairs of rails in front of the warehouses and one pair behind them ; this arrangement enables all sorts of transshipments between boats and wagons and vice versâ between boats and warehouses, between wagons and warehouses, or between warehouses and carts, or vice versâ, to be made.

All these operations will be effected by the help of cranes or of electric elevators, which will be provided in such numbers that the traffic will not be subject to the least delay. The manipulation, cleaning, and working-up of the products will be effected by the help of electricity.

A network of electric lighting will be established, as also

a water service and canalization throughout the harbour. Electric energy will be supplied by a central power-house, situated at the entrance to the harbour, as shown on the general plan.

For the harbour workmen it is proposed to build halls, which will be warmed in winter, dining halls, and baths.

On the embanked part of the harbour on the side facing the city market, halls will be built, which may be made to supply the central markets of Buda-Pesth during the night by the help of the tramway lines.

Goods Station and Shunting Station.

The bank of the closed arm of the Danube on Csepel Island right along the harbour will be devoted to the goods and shunting stations, which are to be of such size and equipment that they will be capable, not only of taking the place of Ferenczváros Station, which will be abolished, but also of coping with a considerable outward traffic and serving the purposes of the network of railway lines of the commercial and industrial harbours.

At the goods station it is proposed to build seven sheds (four more will be added later on when it may become necessary), as well as various dwelling houses, and offices.

Annexed to the station there will be a coal station, where 500,000 quintals (about 50,000 tons) of coal can be stored for the use of the manufactories, the city, or the general workings.

The stations will be put in communication on the one hand, at Erzsébetfalva, with the Buda-Pesth Zimony line and on the other with the shunting-station of Ferenczváros; all trains, therefore, which approach from any direction, will be able to proceed directly to the harbour stations.

But the importance of these stations will be considerably increased by the fact that the works situated in these quarters of the capital and even beyond it as far as Soroksár are in urgent need of such accommodation.

The construction of these stations would be followed by the complete abolition of the part of the goods station of Ferenczváros which is situated on the bank of the Danube. By this

means the obstacles which for several decades of years have stood in the way of the development of the capital towards the Danube will completely disappear ; and meanwhile, by the construction of the harbour, a strong impulse will be given to the development of this part of the capital which has been lagging behind. In fact, it is to be expected that the public warehouses, the mills, and the manufacturing works will leave this quarter, which will then be appropriated to building purposes; and private initiative will not be slow to parcel out estates, to design parks, to lay out streets, etc. On the other hand it is beyond question that the business world will establish offices there near the harbour, and that merchants and their employees, and all the various interests will find it advantageous to live in this quarter, the value of which will increase as the objects set forth above are attained.

The Industrial Harbour.

The industrial harbour, which will be in close connection with the commercial harbour, will comprize three basins and have an area of 1,420,000 square metres (1,528,500 square yards). Between the basins the breadth of which is 100 metres (328 ft.) there are tongues of land 200 metres (656 ft.) in breadth. The sides of the tongues stand + 8 metres above the low-water level (and 1 metre = 3 feet 3 3/8 inches above the highest water-levels hitherto recorded ; these tongues are defended by stone packing. The manufacturing works will find their place upon these moles, and will thus be put in communication with the basins, the railway system, the tramway lines, and the roads. This circumstance will enable the industrial harbour to have the benefit of all the advantages of the commercial harbour and of the stations.

To the large mills the obtainment of positions on the tongues, or on the moles, will have very favourable consequences ; the close neighbourhood of the harbour renders possible a considerable reduction in the stock of cereals which they have to keep, since they can always find as much of the latter as they require in the warehouses, where the corn in its turn is just as advantageously stored up.

The bringing of the works to the harbour will be very advan-

tageous to the capital from the hygienic and social points of view. The works, stimulated by the advantages offered by the harbour, will seek to establish themselves there ; the causes of the vitiation of the atmosphere will then disappear, the more so that the prevailing winds will carry the smoke away from the city.

Simultaneously with the construction of the harbour, workmen's dwellings, or other social institutions tending to render the existence of the workmen easier in all ways, may be created.

The abolition of the old works, the establishment of these workmen's cottages, etc., will contribute towards the amelioration of the conditions of living and to the general development of the quarter of the city. All these will be immediate consequences of the establishment of the harbour and of the station.

The Basin established in the Closed Arm of the Danube.

The closed arm of the Danube (the Soroksár arm) is destined to form part of the harbour in the shape of a vast basin which will be crossed by a bridge establishing communication with the city. This basin will extend from the present barrage (which, according to our design will be removed), and the upstream lock which forms the entrance. The basin will be supplied by a lateral channel, the current of which will drive several turbines. The market halls will be arranged along the sides of this entrance, on the embanked ground. The breadth of the basin will be 150 metres (492 ft.), and its depth 3 metres (9 ft. 10 ins.) above the level of low water. On the side towards the city the bank will be reserved for materials of construction, or may be occupied by manufacturing works. The other bank, on the island, will be available for such works towards the down-stream part of the basin ; towards the upper part, the ground will be reserved for cumbersome goods.

The boats will enter the basin by the lock as we have just stated.

The harbour and the station will be placed in connection with the city by the construction of tramways, which will be made to serve the needs of the depôts and market-halls.

The total cost of all these constructions is as follows : —

I. — *Commercial Harbour.*

1. Expropriations, earthworks, hydraulic machinery, roads, bridges, installations for the railway, canalization, water service, and offices C.	20,500,000 = £	854,200
2. Grain-elevators, silos, depôts, sheds, custom-house, power station, etc., cranes, electric lighting, and other machines	37,000,000 =	1,541,700
Total. . C.	57,500,000 = £	2,395,900

II. — *Industrial Harbour.*

1. Expropriations, earthworks, roads, etc. C.	11,100,000 = £	462,500
2. Canalization, water service, offices, etc.	2,300,000 =	95,800
Total. . C.	13,400,000 = £	558,300

III. — *Stations.*

Expropriations, earthworks, hydraulic apparatus, road-making, machinery, building of various kinds, depôts, transshipment appliances, water service and electric installations, canalization, etc. C. 14,000,000 = £ 583,300

IV. — *Soroksár Basin.*

Expropriations, earthworks, hydraulic apparatus, bridges, roads, buildings, etc. C. 8,600,000 = £ 358,300
 These expenses together amount to 93,500,000 crowns = £ 3,895,800.

The construction of the commercial harbour would cost 57 1/2 millions of crowns (about £ 2,400,000), but this includes the

costs of all the arrangements (cranes, machines, power house, markets, custom-house, storing-houses, etc.) which is not less than 37 1/2 millions (£ 2,395,800).¹

But the cost of these installations (depôts, cranes, sheds, etc.) may be entirely separated from that of the construction of the harbour itself and from that of the roads and lines of rails, and these again could be regarded as belonging to the special undertaking represented by the depôts or as the property of private owners, such as the municipality, the railway, etc. From this point of view three systems may be distinguished : *a*) the City cedes the ground to private owners or to companies for the constructions of depôts and sheds at yearly rents ; at the end of 30, 40, or 50 years, however, these become municipal property without reimbursement of their original cost ; *b*) the City itself constructs the storing-houses, etc., and lets them with due regard to the interests concerned and to the redemption of the costs of construction etc., and *c*) the City may sell sites of ground outright on the more remote quays for a maximum length of frontage of 100 metres (328 ft.); in this case the holder of the ground pays a certain annual sum for the use of the quay.

In the depôts, etc., thus established, all the work such as the loading and discharging, the manipulation of the goods, etc., will be done by the owners of the warehouses ; it is their business to procure machines, etc., that may be necessary for the work.

This method of working gives the state or the city a means of regulating, by the help of these warehouses, etc., which belong to it, the sometimes rough usage of private owners ; the markets will not be left to their free will.

The distribution of electric energy may be made the subject of a special undertaking.

It is a good plan to charge the state with the supervision of the work and with the control of the operations, in order to ensure uniformity in these.

The construction of the commercial harbour without these working installations would not cost more than 20.5 millions of crowns (£ 854,200). Similarly the industrial harbour, also exclusive of installations, would only cost 11.1 millions (£ 462,500), the amount for the two harbours together being 31.6 millions of crowns (£ 1,316,700).

Very probably the industrial harbour would not be constructed at once ; the construction of a single basin and the making up of the ground alongside of it would meet the first requirements ; the remainder could be put in hands as necessity arose ; the capital required will be derived from the sale of the sites, which will be successively effected.

In return for these 31.6 millions we shall have at our disposal in the industrial harbour at the sides of the basins 1,426,000 square metres (1,534,400 square yards) of ground, which, by virtue of its situation in relation to the waterways and railways, will be very well adapted to the establishment of manufacturing works, mills, etc., and it is to be expected that the works scattered through the city will seize the opportunity of establishing themselves at the harbour and in its proximity in order to effect reductions in the cost of working.

Without exaggeration it may be estimated that the sale of these sites will bring in from 15 to 20 millions (£ 625,000 to 833,300) which will reduce the cost of the general undertaking by about 50 per cent.

At the same time the sale of the sites which will be won by the embankments constructed round the Soroksár basin will completely defray the cost of construction of the latter.

Finally, as far as the construction of the goods stations and shunting stations on Csepel Island is concerned, the cost of 14 millions of crowns (£ 583,300) cannot be looked upon as forming part of that of the establishment of the harbour, since the abolition of the Ferenczváros goods station and the construction of a new station are necessitated by the plan for the regulation of the capital and by the development of the railway. Besides, the construction of a modern station is a matter of the first importance, especially for this part of the city where the number of the works increases from day to day.

Finally, in regard to the 14 million crowns (£ 583,300), the produce of the sale of the ground set free by the removal of the station will repay a considerable part of this sum.

The construction of the commercial harbour, the stations, the industrial harbour, and the Soroksár basin will cost (20.5+11.1+14+8.6) 54.2 millions of crowns (£ 2,258,300), from 35 to 40 millions (£ 1,458,300—1,666,600) of which will be covered by the sale of the ground.

Even if, on the one hand, we consider that the sum total will,

in the shape of interest, undergo an increase of 20 per cent, that is to say, of 11 millions of crowns (£ 458,300) during the eight years of construction, and on the other do not lose sight of the fact that the sale of the ground will take from 15 to 20 years, but that to make up for this an increase in the value of these sites is also to be hoped for, — we may surely count on receiving 30 millions of crowns (£ 1,250,000), so that the sum which will actually have to be found will not exceed 35 millions of crowns (£ 1,458,300).

From the foregoing it appears, that at small sacrifice, or rather at small expense, a flourishing centre of commerce and industry can be created, which will establish a connection between the systems of land and water transport, and which will enable a large traffic to be coped with and different classes of goods to be warehoused in accordance with their special peculiarities and manipulated as cheaply as possible. All this will produce an important reduction in the costs of working both for the producers and for the merchants and manufacturers; a favourable opportunity will be given for the transit of goods from east to west or vice versa which, making a halt in this city, will help industry to rise again and create new branches.

But the harbour and its annexes will not fulfill the hopes of Hungarian commerce unless they obtain all the privileges and advantages which will permit them to take their place in the service of the commercial politics of Hungary.

It will be necessary to make such arrangements that the depôts and the necessary installations for warehousing and manipulation of the products shall be at the disposal of commerce at any moment and at as low a price as possible; it will even be necessary to grant certain special advantages when the attraction of new traffic is in question.

By the help of a carefully organized tariff system the traffic will have to be directed towards the harbour; thus it may become necessary to grant specially favourable rates to goods, or even to waive these charges when they bear too heavily on the development of the traffic and consequently on commerce and industry.

All these advantages will also have to be accorded to the industrial harbour including, amongst others, the exemption for a considerable period from taxes, exoneration from port charges, etc., because the harbour may in this way become a power-

ful factor in the development of industry. It would even be necessary to go further and to give away the sites at reduced prices or gratuitously, whenever the creation of new branches of industry was in question.

The creation, equipment, and working of the commercial and industrial harbour thus organized would soon cause an influx of merchandise, the formation of a much more extensive traffic than that at present existing, and finally the creation of new manufacturing works and of new branches of industry ; all this, coupled with the marvellous natural situation of the capital, will serve to render Buda-Pesth an international centre of commerce and industry.

In view of the immense development now in progress in and the highly flourishing condition of the German river harbours, it will hardly be contested that enormous advantages are assured by such institutions to agriculture, commerce, and industry, no less than to the state and to the municipality, especially when it is considered that these advantages more than counter-balance their first cost.

Let us not lose sight of the fact that we have no right to delay the creation of all these things, which we have just described ; on the contrary, it is our duty to make good what circumstances and our own slowness have led us to neglect ; for it is incontestable that, when the proposed Austrian canals have once been completed, Vienna will not be slow to take the lead by the help of her installations, which will certainly make her the centre of gravity of the traffic of Eastern Europe, and Buda-Pesth could not then even hope to profit by this international traffic.

On the other hand if we, at the same time or sooner, establish all the works necessary for attracting and serving the international traffic, the latter will not be slow in coming to Buda-Pesth by the route leading towards Servia, Bosnia, Bulgaria, Asia Minor, Turkey in Europe, etc., from the directions of Ratisbonne on the Danube, Dresden or even Hamburg on the Elbe by way of the Elbe-Danube Canal, and Breslau or Stettin by way of the Oder-Danube Canal ; then, the Oder-Vistula Canal would bring us the products of Galicia and Russian Poland, and so on.

In paying attention to the formation and configuration of the traffic conditions of Buda-Pesth, to the development of its

commerce, — to its commercial destiny, so to speak, — we may be certain that there is none among the public works of our country which can exercise such a high degree of influence on the economic development, the industrial extension, and the commercial transformation of the capital, as that of the commercial and industrial harbours of Buda-Pesth.

BÉLA DE GONDA,
Conseiller Ministériel.

PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION

OF

NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

I. Section : Inland Navigation

3. Question

REPORT

BY

Bela de GONDA

PLATE I

[illegible]

PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION

OF

NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

I. Section : Inland Navigation

3. Question

REPORT

BY

Bela de GONDA

PLATE II

NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

I. Section - Inland Navigation
3 Question

Bela de GONDA

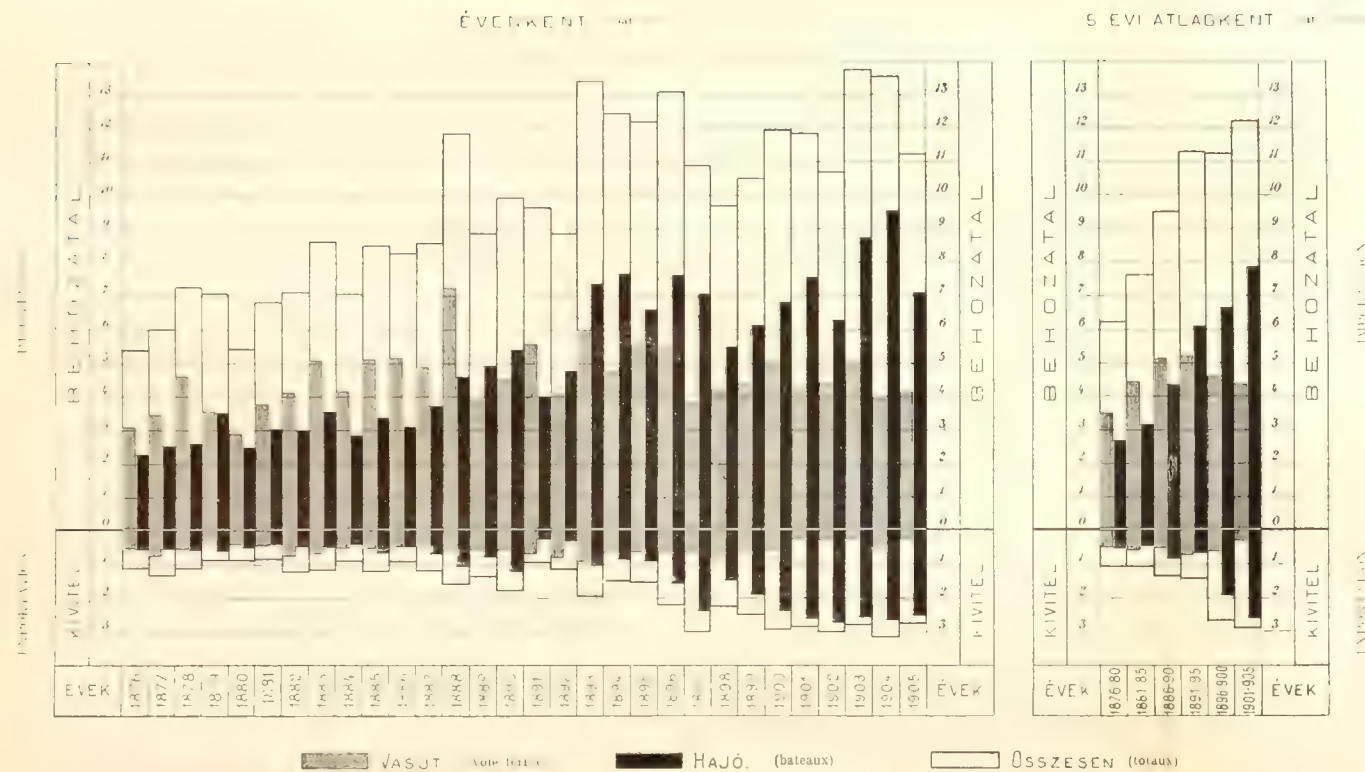


Fig. 1. Diagramme du commerce des céréales à Budapest (en millions de quintaux)

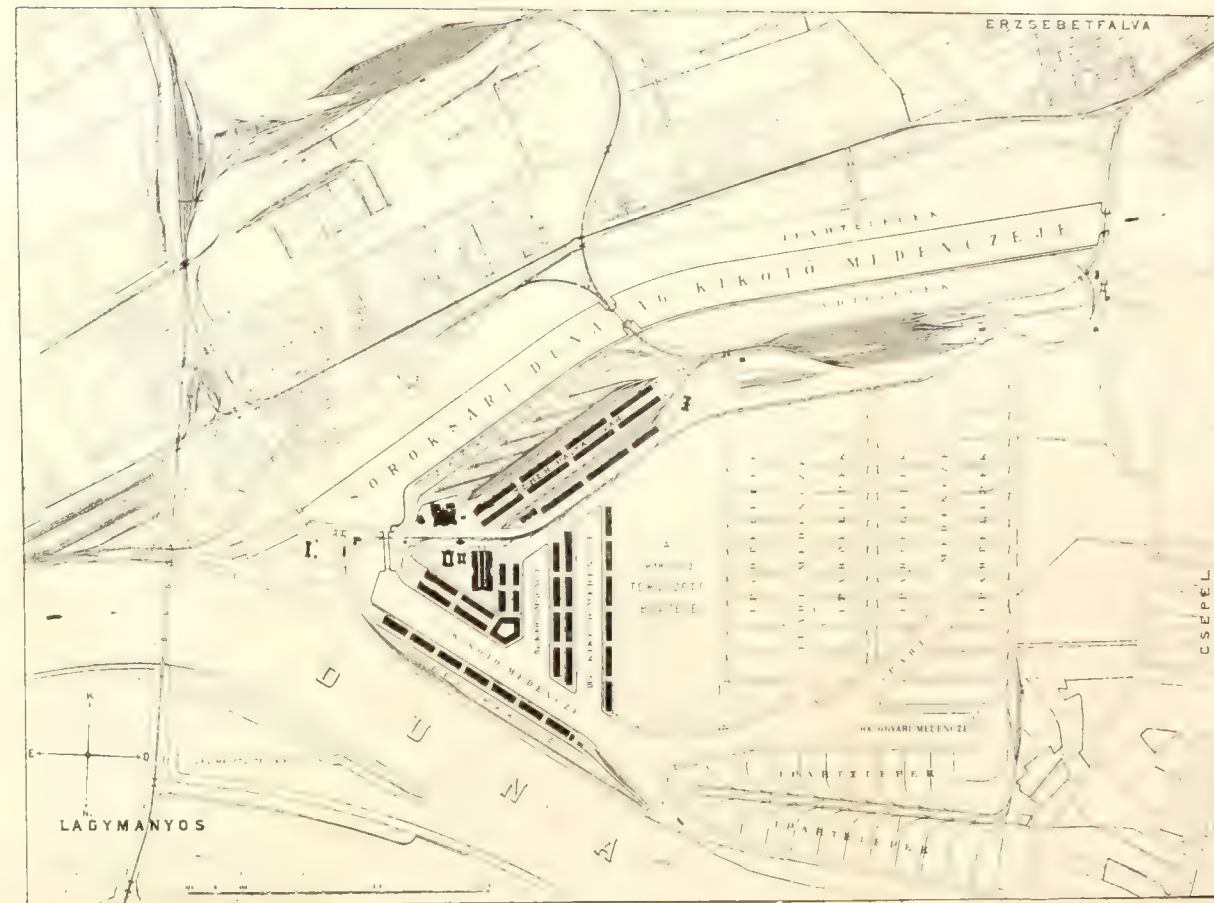


Fig. 2. Plan de la ville de Budapest, montrant le commerce de Budapest, projeté

PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION

OF

NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

I. Section : Inland Navigation

3. Question

REPORT

BY

Bela de GONDA

PLATE III

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

I. Section - Inland Navigation 3. Question

PROJET

Bela de GONDA

PLATE III

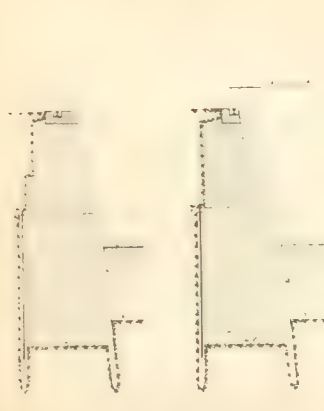
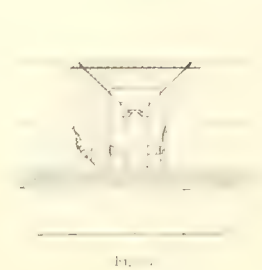
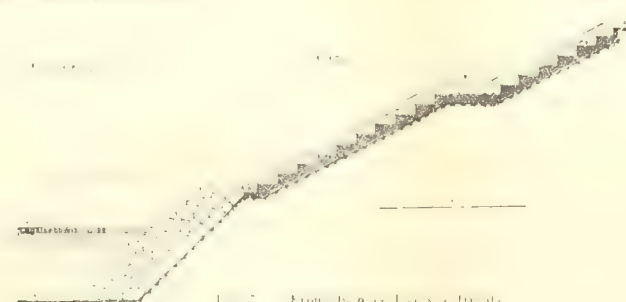
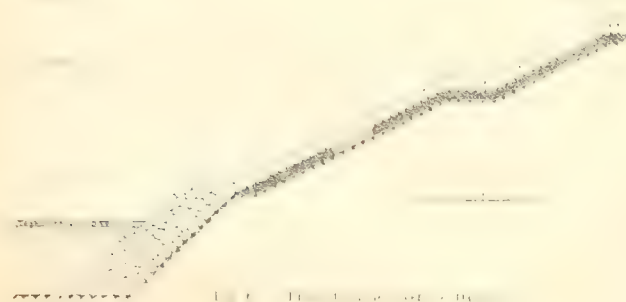
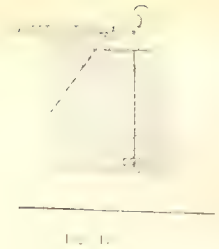
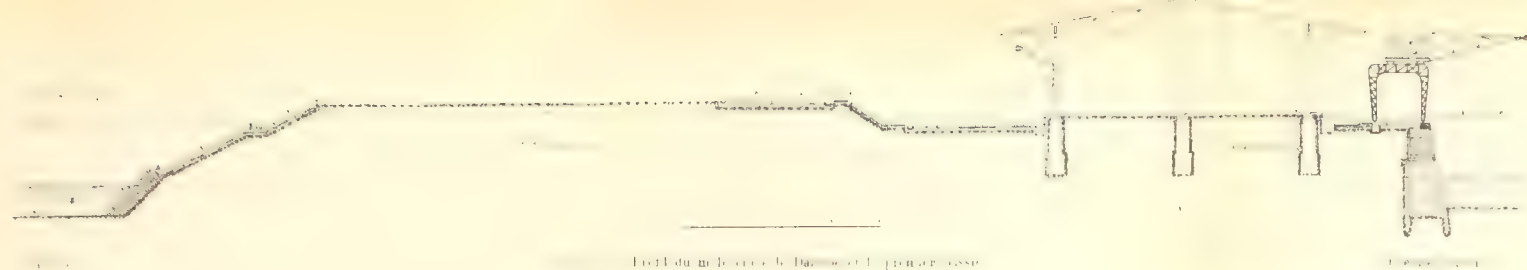


Fig. 8 - Profil du mur de crues de l'ancien canal de la première classe

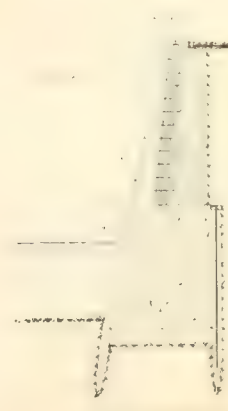


Fig. 9 - Profil du mur de crues de l'ancien canal de la première classe



Fig. 10 - Profil du mur de crues de l'ancien canal de la première classe

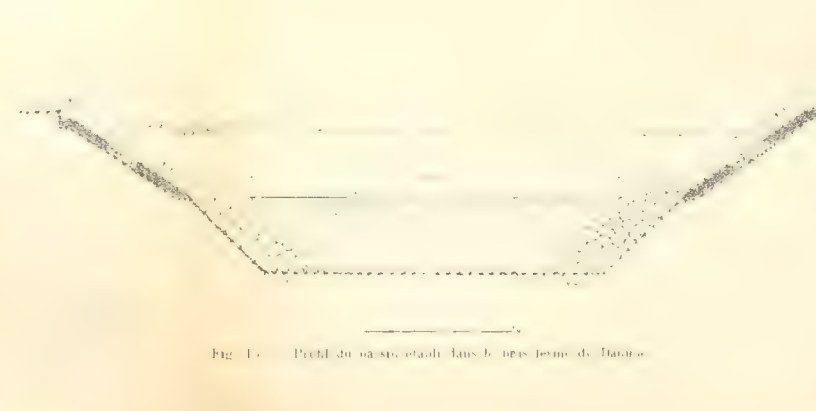


Fig. 11 - Profil du mur de crues de l'ancien canal de la première classe

PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION

OF

NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

I. Section : Inland Navigation

3. Question

REPORT

BY

Bela de GONDA

PLATE IV

XI Congress - Saint-Petersburg - 1908

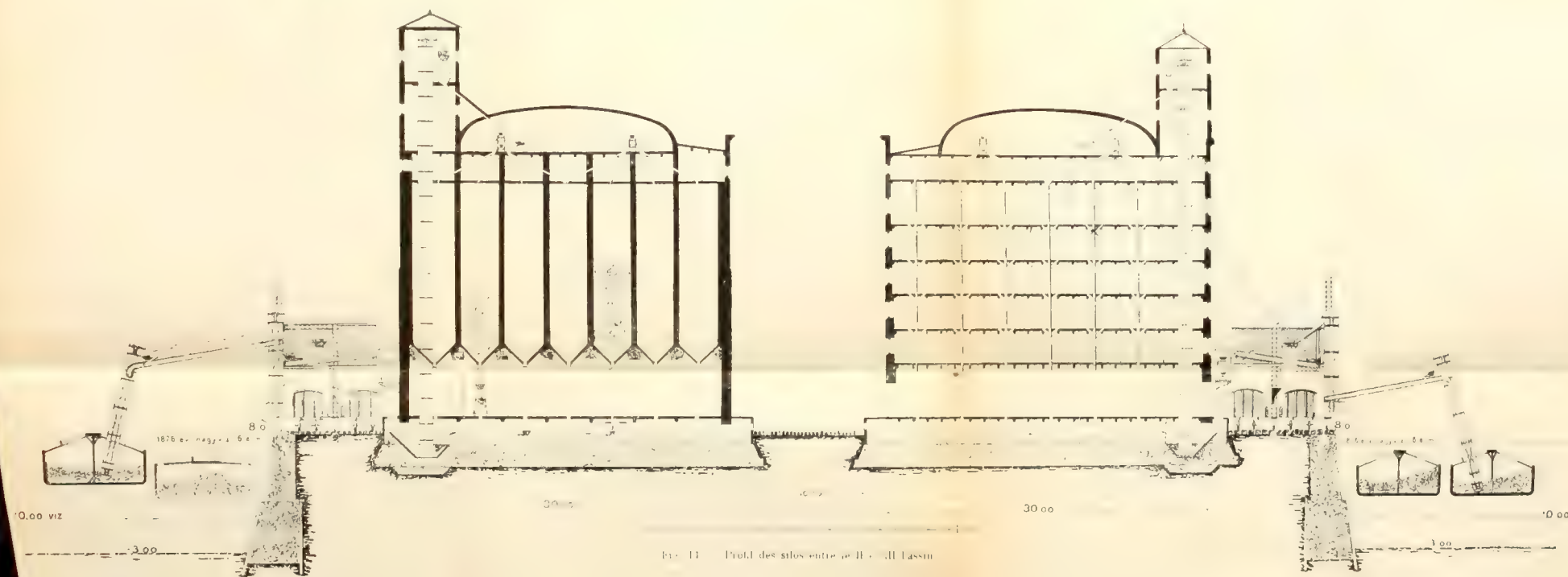
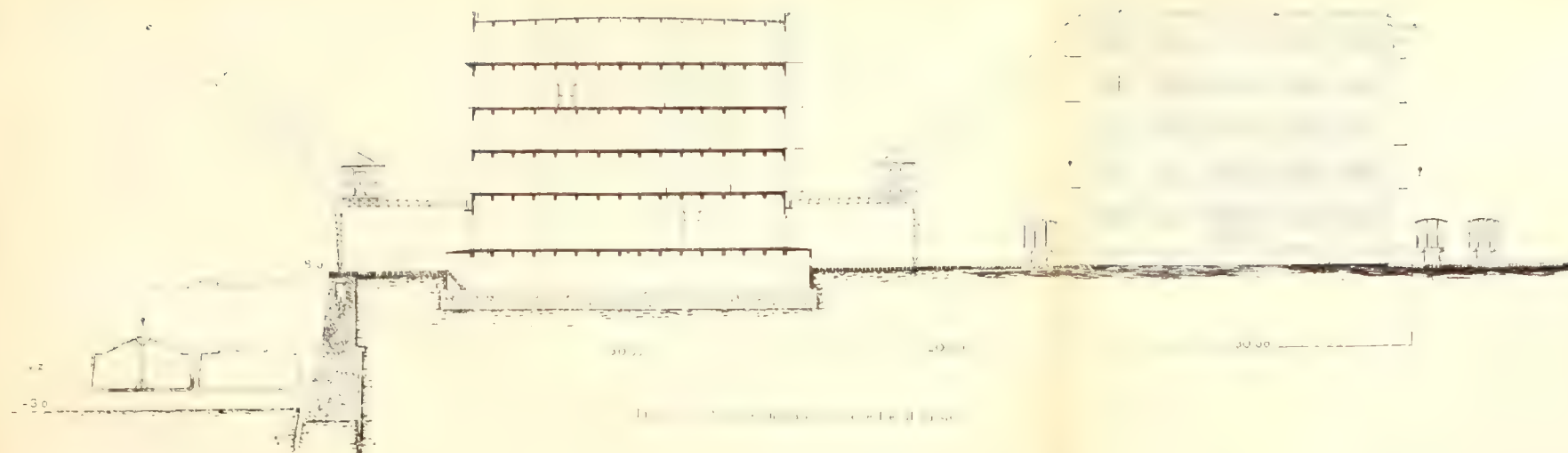
1. Section : Inland Navigation

3. Question

REPORT

Bela de GONDA

1915



(a) 11 Profil des sites entre 0 et 11 l'assum



ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

DES

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{me} Congrès - Saint-Petersbourg - 1908

I. Section : Navigation intérieure

3. Question

Outillage des Ports de Navigation Intérieure

NOTAMMENT

PROGRÈS DE L'OUTILLAGE ELECTRIQUE

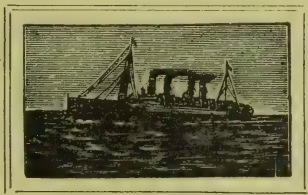
RAPPORT

PAR

Bela de GONDA

Conseiller ministériel

NAVIGARE



NECESSE

BRUXELLES

IMPRIMERIE DES TRAVAUX PUBLICS (SOCIÉTÉ ANONYME)

169, Rue de Flandre, 169

Le Port de Commerce de Budapest

S'il est une ville, à l'intérieur de l'Europe, qui soit destinée, par sa situation naturelle, à devenir le centre d'un commerce international très étendu, c'est bien Budapest.

Bâtie sur les bords du Danube, de ce fleuve puissant, qui relie l'Orient avec l'Occident, Budapest n'est distante que de 745 kilomètres de Ratisbonne, point de départ d'amont de cette vaste voie fluviale internationale ; de 592 kilomètres de Passau, gare du mouvement de transit avec l'Allemagne du Sud ; de 291 kilomètres de Vienne, centre du commerce, et, un jour, des voies navigables de l'Autriche ; de 504 kilomètres de Belgrade, capitale de la Serbie ; de 748 kilomètres de Turn-Severin, point important des transactions roumaines ; de 1,520 kilomètres de Galatz, port fluvial et maritime de la Roumanie ; enfin, de 1,687 kilomètres du bras de Soulina de l'embouchure du Danube.

En vertu de cette situation, Budapest est, pour ainsi dire, appelée à être le centre du mouvement commercial dirigé de l'ouest vers l'est ou de l'est vers l'ouest. Cette position est encore renforcée par le fait que les lignes principales du chemin de fer de Hongrie y convergent et que les voies ferrées allant du sud au nord ou inversement, passent par Budapest, de sorte qu'elle est le centre et des voies d'eau et des voies de chemin de fer.

En jetant les yeux sur la carte, on est frappé par cette situation de Budapest, qui est le centre de gravité géographique non seulement de la Hongrie, mais aussi de l'Europe orientale. Il suffira de profiter de cette situation favorable, de faire valoir cet emplacement avantageux, pour faire de Budapest un centre puissant de commerce international.

Dès le commencement du siècle passé, on a reconnu cette importance commerciale de la capitale, et, en 1820, M. Wersak faisait ressortir, dans son ouvrage intéressant recommandé au Conseil municipal de Pest, qu'il n'y a guère de villes, à l'exception des ports de mer, qui se prêtent aussi bien à être l'entrepôt

des marchandises en transit, dirigées de la Turquie vers l'Autriche ou l'Allemagne, ou inversement, et à favoriser toutes les branches du commerce. Aussi, écrivait M. Wersak, en 1820, Budapest est-elle une des villes importantes de commerce de l'Europe ; mais quand la navigation s'étendra sur le Danube, jusqu'à la mer Noire et même au delà, Pest sera rangé inévitablement parmi les marchés les plus importants. Et quand le droit de libre emmagasinage s'ajoutera à tout cela, on verra s'établir des magasins pour les produits divers, de provenance allemande, musulmane, etc., et affluer les capitaux étrangers. Et la ville qui, d'ailleurs, s'est embellie et s'est accrue depuis quelques années, s'élèvera, en peu de temps, au rang des villes les plus riches et les plus florissantes de l'Europe.

Depuis cette époque, on a beaucoup fait à l'effet d'améliorer les conditions de navigabilité du Danube et de le rendre aussi utile que possible pour le mouvement général. Rapportons-nous aux grands travaux du Haut-Danube, qui ont coûté 27 1/2 millions de couronnes et qui facilitent la navigation vers l'ouest ; ou, aux travaux grandioses de la Porte de Fer et de ses cataractes, lesquels, au prix d'une dépense de 45 millions de couronnes, ont ouvert un chemin sans obstacle à la navigation vers la mer Noire. Parallèlement à cela, le mouvement des arrivages à Budapest, à son tour, s'est considérablement amélioré, sans avoir pu toutefois contribuer au développement du commerce de la capitale.

Sans doute, Budapest a progressé dans des proportions considérables, mais elle n'est pas devenue ce qu'elle aurait dû devenir : le centre du commerce de l'Occident et de l'Orient.

Toute seule, cette situation du marché de Budapest ne suffit pas pour que le prodigieux commerce international s'y développe jusqu'au degré qu'indiquerait l'emplacement naturel de cette ville. Aussi voyons-nous que les espérances apparemment justifiées de l'auteur cité, ne se sont pas réalisées jusqu'ici, en ce qui concerne le commerce. Et pourquoi ? Parce que, jusqu'ici, on a fort peu fait à Budapest pour le développement du commerce, parce qu'on n'a pas prêté attention aux travaux relativement gigantesques de nos voisins, ou on ne les a pas suffisamment appréciés ou imités.

Il est vrai que le Gouvernement et la Municipalité se sont mis à l'étude de cette question, immédiatement après le compromis de 1867 ; mais les dispositions nécessaires ont été prises trop tard,

quand le trafic croissant les a érigées d'une manière pressante, ou pas du tout.

L'article X de la loi de 1870 autorise le gouvernement à conclure un emprunt de 24 millions de florins afin d'améliorer le Danube à l'intérieur du territoire de la capitale, c'est-à-dire de supprimer les obstacles de la navigation, de protéger la ville contre les inondations, et d'ouvrir de larges quais et des terrains découverts au commerce.

Le plan de la régularisation de la section de Budapest du Danube, comportait un port qui se composerait de trois parties : *a)* du port du Nord, situé sur la rive gauche, en aval du port de refuge d'Yjpest ; *b)* du port établi dans un bras fermé du Danube (bras de Sorogsår), et enfin, *c)* du port du Sud, sur la rive droite, dans le bassin dit de Lágymányos, lequel résultera de la régularisation du Danube. Tous ces ports ont été projetés comme des ports fermés, munis d'écluses d'entrée.

Mais ces projets ne furent pas mis à exécution et, selon le rapport du Ministre des Travaux publics sur les ports, les docks et entrepôts de Budapest, le Gouvernement s'est borné à un projet d'amélioration du Danube *intra muros*, conçu de telle façon que ces travaux, une fois finis, n'entravent pas plus tard l'établissement ou le développement éventuel de ces ports. En même temps, le Gouvernement s'est cru obligé de ne pas aller plus loin et d'essayer jusqu'à quel point l'initiative privée contribuerait à l'établissement du port.

Par ces motifs, la question du port n'a plus figuré à l'ordre du jour. Au lieu de cela, le Gouvernement s'occupa de l'aménagement des quais, et, en 1871, le Ministre des Travaux publics chargea M. Dalmann, directeur des Travaux publics de Hambourg, de donner son avis au sujet de l'outillage des quais et des installations nécessaires au transbordement et à l'emmagasinage des marchandises, ainsi qu'au sujet de l'opportunité de la construction et de l'aménagement d'un ou de plusieurs ports.

M. Dalmann présenta son mémoire, en 1872, mais ses propositions ne furent jamais exécutées.

Le Conseil municipal de Budapest s'occupait déjà depuis 1862 de la question des entrepôts, mais toujours sans résultat. En 1874, une Commission spéciale composée de vingt-quatre membres fut instituée pour rechercher les moyens d'élever le commerce de Budapest ; à la suite du rapport de cette Commission, le Conseil municipal décida de construire des entrepôts

libres et indiqua le quai de Csepel pour leur emplacement. Les travaux préparatifs de ces entrepôts se sont prolongés jusqu'au milieu de 1880 et ce n'est qu'en 1883, quand le Gouvernement, en vertu de l'article LXV de la loi de 1880, a prêté son concours à la réalisation de ces projets, que les entrepôts, les élévateurs à grains et les silos se sont construits, sur le quai de Csepel, sur les terrains limitrophes duquel le chemin de fer de l'Etat a construit une gare des marchandises, laquelle a dû servir d'intermédiaire entre le mouvement sur eau et sur terre.

Mais toutes ces dispositions étaient loin de suffire aux exigences du commerce, même au moment de leur création. Cependant, le transit est entré dans une voie de progression rapide : et le commerce, à son tour, se serait développé dans une proportion bien plus considérable, si l'on avait pris toutes les dispositions qui constituent les conditions d'existence du développement d'un commerce international. On aurait dû avoir un port bien outillé pour le chargement et l'emmagasinement des marchandises.

En effet, afin de faire d'une ville, située sur un fleuve important, le centre d'un commerce international, il est absolument nécessaire de doter les quais de toutes les installations qui facilitent le chargement et le déchargement des marchandises, ainsi que leur emmagasinage, manutention, etc., c'est-à-dire de tout ce qui est la condition fondamentale de la formation, de l'existence et du développement d'un commerce de caractère international.

Toutes ces exigences ne sauraient se réaliser que dans le cadre d'un port de commerce important, lequel, intimement relié au réseau des chemins de fer, et muni de toutes les installations nécessaires, offrirait tant d'avantages au commerce que celui-ci trouverait préférable d'y concentrer le mouvement.

Cela est surtout important au point de vue des céréales et des matières premières, qui pourraient y être déchargées, entreposées, warrantées ou vendues ou expédiées avec la plus grande vitesse. Sans compter que l'emmagasinement se ferait à très bas prix, toute sorte de manutention s'effectuerait par des machines et coûterait peu. Obtenant ainsi une réduction considérable des frais, on pourrait économiser plusieurs millions annuellement et entreposer une telle quantité de marchandises que le marché de Budapest pourrait exercer une influence marquée sur la fixation des prix dans le commerce mondial. D'autre part, le port industriel qu'on établirait en connexion avec le port de commerce, offrirait une occasion avantageuse à la création

de différentes usines, et, par suite, à la mise en œuvre des matières premières, ce qui contribuerait au mouvement général. Par la construction de ce port, Budapest deviendrait — comme Mannheim-Ludwigshafen l'est pour l'Europe centrale — un centre important de commerce et d'industrie pour l'Europe orientale.

A l'étranger, surtout en Allemagne, les villes établies sur les rives des grands fleuves ont, depuis longtemps, compris l'importance primordiale des ports commerciaux et industriels, et celles qui ont devancé les autres, comme Mannheim, par exemple, qui doit son développement et ses richesses à son port, l'ont emporté sur les autres ; celles-ci, à leur tour, ne tardent pas à augmenter leur trafic, à développer leur commerce et à créer de nouvelles sources de richesses.

En Allemagne, sur le Rhin, il y vingt-trois ports fluviaux, de plus ou moins grande importance, parmi lesquels plusieurs possèdent aussi un port industriel. Et quand on voit comment le développement énorme de Mannheim-Ludwigshafen, point de départ de la prodigieuse navigation rhénane, encourage, pousse, force les villes situées plus en amont, à construire des ports commerciaux, même avant que la canalisation du fleuve ait atteint leur région, pour accélérer, pour ainsi dire, cette canalisation ; quand on voit la construction du canal allant du Rhin à Dortmund, afin qu'on puisse construire un port en cette ville aussi — on s'étonne que Budapest, qui, par sa situation, possède tous les moyens qui pourraient servir de base à un port commercial et industriel, assurer le développement économique de la ville et aider à celui du pays — soit dépourvue de toutes ces installations.

Si, du Rhin, nous passons à l'Elbe et à l'Oder, nous voyons des villes comme Dresde, Magdebourg, Breslau, suivre l'exemple des villes rhénanes et construire, pareillement, à leurs frais, des ports pour arrêter le transit dans leurs villes et pour y créer un centre de commerce et d'industrie.

Au moyen âge, les monarques ont accordé le droit d'étape ou d'entrepôt à certaines villes, auxquelles ce droit donnait la faculté de décharger dans la ville, pour être vendues aux habitants, les marchandises qui y étaient introduites ; aujourd'hui, les villes construisent des ports, pour y arrêter les marchandises, ou pour se donner l'occasion de les décharger, emmagasiner, classer, préparer ou transformer : tout cela procure aux habitants de l'occupation, du travail, du profit, de la fortune, parallè-

lement auxquels le bien-être, le progrès intellectuel et économique de la population apparaissent.

L'extension qu'ont prise les transactions de Budapest par voie fluviale et ferrée pendant les trente dernières années, donne la meilleure preuve de ce que la base naturelle d'un mouvement important existe réellement et qu'il suffit de doter le transit d'installations facilitant le transbordement rapide, peu coûteux et simple, pour que le grand marché international se crée tout seul.

Le mouvement total de Budapest a augmenté, pendant les trente dernières années de 217 %, c'est-à-dire, en moyenne, de 7.2 % annuellement.

Le tableau ci-après donne les indications relatives au mouvement des arrivages, au commencement et à la fin de la période 1876-1906 :

MARCHANDISES	1876	1906	% d'augmentation	
	1000 q.	1000 q.	1876-1906	en moyenne
Mouvement général	23,782	75,549	217	7.2
Mouvement des marchandises d'importation	16,250	50,250	—	—
Mouvement des marchandises d'exportation	7,500	25,250	—	—
Mouvement par voie d'eau	6,536	20,147	208	6.2
» total des céréales	6,505	16,683	—	—
» des céréales d'importation	5,400	13,500	—	—
» » d'exportation	1,100	3,100	—	—
» du blé	2,856	12,183	326.5	10.9

A propos de ces chiffres, il faut remarquer que le mouvement de transit n'y est pas compris : on n'a tenu compte que du mouvement des arrivages. Or, il est facile de comprendre que, dès qu'un port de commerce sera construit à Budapest, une grande partie des marchandises en transit se dirigera vers l'intérieur du port et y attendra la formation favorable des prix de vente : même, on peut compter sur un nouveau trafic résultant de la manutention, de la classification et de la mise en œuvre des

marchandises comme cela arrive à Mannheim ou à Mayence, où s'effectuent la manipulation, l'emballage et l'expédition des marchandises les plus diverses (thé, café, vins, épices, etc.), selon les habitudes et les exigences du commerce. A Budapest aussi, à la suite de la construction du port, un commerce international très étendu se développerait.

Les aménagements de Budapest, qui auraient dû constituer un outillage complet du port, nécessaire à la progression des transactions, n'ont pas suivi de près le développement considérable du mouvement sur eau. L'augmentation du transit a bien eu pour résultat la construction de divers quais, dont la longueur totale a atteint 10,762 mètres, desquels 7,171 mètres sur la rive gauche et 3,591 mètres sur la rive droite ; mais ils sont loin de répondre aux exigences du commerce.

Ces quais furent construits plutôt au point de vue de régularité de la ville, et celle-ci elle-même s'est développée de telle façon, — les plus beaux palais se trouvant sur les quais, — que les quais ne sauraient guère servir de champ aux différentes manœuvres : ils sont trop rapprochés des maisons, les terre-pleins trop étroits ; l'existence d'escaliers ne permet pas les manœuvres ; les quais ne peuvent être mis en relation avec les voies ferrées ; les appareils de manœuvres ne suffisent pas, et quand même ils seraient plus nombreux, leur emplacement donnerait lieu à beaucoup d'embarras. Le chargement et le déchargement des marchandises deviennent, par suite, très difficiles, très lents et très coûteux. C'est surtout le commerce des céréales qui en souffre et qui est incapable de prendre son essor. Partout, la date du chargement est incertaine, le transbordement et le camionnage sont dispendieux, l'emmagasinage ne peut s'effectuer que dans des magasins généralement lointains et peu appropriés, où la manutention systématique est presque impossible, et où, par suite, les céréales sont exposées à la pourriture. Et c'est le cas pour les céréales arrivées par voies ferrées. Sans doute, c'est la raison pour laquelle une grande partie des céréales transite, sans s'arrêter à Budapest.

Les magasins libres, au nombre de quatre, les élévateurs à grains et les silos, construits par la Municipalité, en communication avec la gare de marchandises de Ferenczváros et destinés à faire face au mouvement par eau et par terre et à établir une corrélation entre eux et la gare, ne peuvent desservir qu'une partie insignifiante du trafic.

En ce qui concerne le trafic des céréales, on n'a à sa disposi-

tion que l'unique bâtiment d'élevateurs et de silos d'une capacité totale de 270,000 quintaux, et quelques magasins libres d'une capacité totale de 626,000 quintaux, lesquels, dispersés dans la ville, sont sous la surveillance de l'Entreprise générale des entrepôts.

L'ensemble de ces bâtiments peut donc recevoir environ 900,000 quintaux de grains. Durant la période 1901-1905, il n'y est entré que 1,800,000 quintaux de céréales. Or, l'importation moyenne annuelle des céréales, pour la période quinquennale de 1901-1905, s'élève à 12,200,000 quintaux dont la plus grande partie, 6 millions 700,000 quintaux, est transportée directement aux magasins des grands moulins, et le reste, environ 3,700,000 quintaux, parvient à des locaux souterrains loués, appartenant à des particuliers. Nous voyons donc que la plus grande partie des céréales arrivées par des bateaux, est déchargée à l'aide d'ouvriers, à dos d'hommes, ce qui coûte cher et dure longtemps, surtout parce que, bien souvent, ces céréales doivent être transportées, au moyen de voitures, à des distances parfois considérables. Dans ces conditions — sans compter que les bateaux sont mal utilisés — les commerçants sont exposés à des possibilités de brusque variation de prix, à des retards d'expéditions, à des pertes d'intérêts, en somme, à toutes sortes de dommages. C'est par là que s'explique le manque de proportion entre les mouvements par voie navigable et par voie ferrée. Bien que le prix de revient du transport par voie d'eau soit inférieur à celui du chemin de fer, et, que, par suite, les tarifs de transport par eau puissent être fixés en dessous de ceux du chemin de fer, on constate le fait, peut-être contradictoire, qu'on choisit de préférence le transport par chemin de fer, toutes les fois qu'on a à opter entre ces deux modes de transport. Ainsi, du moment que nous constatons que la différence des prix de transport est vite perdue par les retards et les dépenses supplémentaires du transport par voie d'eau, nous ne trouverons plus incroyable que les marchands préfèrent le chemin de fer. Il est incontestable que l'expédition y est plus rapide et plus régulière ; mais, d'autre part, la manque de wagons et la fatigue extrême des employés sont, dans une certaine mesure, le résultat d'un partage fâcheux du trafic.

En dehors des céréales, tous les produits agricoles et industriels sont privés des installations que le commerce moderne exige d'une façon urgente ; le résultat en est le ralentissement du

développement des transactions et l'élévation des prix du marché sur toute la ligne.

Le manque d'outillage et des aménagements demandés par le mouvement par voie d'eau fera sentir son influence désavantageuse d'une façon plus marquée, quand le canal du Danube à la Theiss sera construit et quand le trafic souffrira davantage de l'absence des installations qu'exige une manutention accélérée, facile et à bon marché.

Un désavantage du commerce de Budapest est le manque de corrélation intime entre les mouvements par voie d'eau et par voie ferrée ; il en résulte des empêchements relatifs à la disponibilité et à l'exactitude de l'expédition à terme des marchandises.

L'usage des entrepôts n'est pas encore développé dans notre commerce, ce qui l'empêche de prendre son essor ; et c'est le cas et du commerce du pays et du commerce en transit, et cependant, — nous le répétons, — il serait très difficile de trouver un meilleur emplacement pour un centre de commerce, que celui de Budapest.

Ce n'est pas seulement pour faciliter le mouvement par voie d'eau, mais c'est pour favoriser l'intérêt du commerce en général et pour développer les intérêts économiques du pays, que l'établissement d'un port est presque une nécessité.

L'opinion que le port sert, exclusivement ou en grande partie, les intérêts de la navigation, n'est pas fondée. Il est incontestable qu'il est d'une influence considérable sur elle aussi, mais, au point de vue du trafic, le port ne peut être considéré que comme moyen passif, qui ne devient un facteur actif que par la coopération du commerce. Son influence n'est donc pas seulement locale, mais elle s'exerce sur tout le pays.

Un port bien outillé n'est pas seulement un organe simple du trafic, ou un entrepôt des marchandises, mais il est un centre de commerce, il est un facteur inappréciable de notre commerce extérieur.

Un port de commerce a la faculté de doter le trafic de toutes les qualités de la manutention facile et sans dérangement, tout simplement par le fait d'exclure tous empêchements qui pourraient entraver la marche des transactions, ainsi, d'exclure le mouvement en transit, en indiquant à celui-ci un port libre, à part le port de commerce lui-même.

Par suite, cette circonstance permettrait que les produits venant de l'étranger et demandant les manipulations de mise en œuvre, de classification, d'emballage, de distribution tout près du lieu de consommation, fussent admis au port en grandes quantités.

Il est à prévoir que les produits qui tendent à faire partie des relations de transport de Budapest (produits coloniaux, épices, fruits du Midi, graisses, huiles, spiritueux, teintures, produits chimiques, etc.), se dirigeront vers le port à construire, à l'effet d'y arriver, à un prix plus abordable, au cœur du pays et aux consommateurs.

En examinant toutes ces questions, on est frappé par un autre fait, aussi remarquable.

Les matières premières des pays balcaniques ne remontent pas le Danube, ce qui serait le chemin le plus court pour arriver aux marchés de l'Europe centrale, mais elles prennent la voie par mer, en faisant le tour de l'Europe.

La Roumanie, dont le Danube forme les trois quarts des frontières, se passe de ce fleuve, mais fait construire des voies ferrées aboutissant à des ports de mer, entretenus par de grands sacrifices, et consacre tous ses efforts à encourager la navigation maritime.

La Bulgarie a fait construire la ligne de chemin de fer vers Varna, les ports de Bourgas et de Varna, accorde des allocations aux navires, pour élargir le rayon de son trafic vers l'Europe occidentale et néglige complètement la voie du Danube.

La Serbie, bien qu'elle n'ait pas les moyens d'entretenir une Compagnie de navigation, ne refuserait pas les moindres demandes des entreprises qui contribuent à diriger le mouvement vers Salonique.

De même on voit se construire en Bosnie toute une série de lignes de chemin de fer dirigées vers les côtes adriatiques, quoique des suggestions politiques ou des raisons de trafic motiveraient suffisamment la préférence et l'avantage de passer par Budapest.

Quand on compare les avantages qu'offrent les ports du Danube et ceux des ports de mer, il est impossible de ne pas voir que la raison pour laquelle ces Etats négligent le Danube, cette voie éminemment appropriée au trafic d'exportation, réside uniquement dans le fait que le trafic ne rencontre pas dans ces ports les moyens nécessaires à ses exigences.

Donc, du moment qu'on dote Budapest d'un port et, par suite, des moyens de chargement, d'emmagasiner, etc., ainsi que des aménagements de mise en œuvre, le trafic des matières premières de ces Etats ne tardera pas à se diriger vers le Danube. Ce trafic serait, en premier lieu, un mouvement en transit, parce que celui-ci ne cherche pas la consommation en Hongrie et traverserait seulement ce pays, cette voie étant la plus avantageuse pour lui.

Il résulte de tous les motifs précédents que Budapest a besoin non seulement des moyens facilitant le mouvement local, mais d'aménagements qui lui permettent de devenir aussi le centre du mouvement de transit.

Aussi, dans les milieux commerciaux de Budapest, depuis bien des années, les intéressés sentent-ils gravement le manque de corrélation entre la voie d'eau et la voie ferrée et continuent-ils à exprimer leurs plaintes justifiées, que les quais de Budapest ne répondent plus aux exigences des transactions. La Chambre de Commerce s'est plusieurs fois occupée de cette question primordiale et a indiqué la nécessité de la construction d'un port de commerce. Dans la séance du 7 juillet 1891, la Chambre reprit l'étude de cette question, et à la suite de considérations documentées, présenta au Ministre du Commerce un rapport dans lequel elle s'occupait, d'une part, des maux persistants, et, d'autre part, des dispositions capables d'y apporter remède. Son opinion — confirmée par des hommes compétents — était qu'un élargissement des quais ne pourrait modifier l'état défectueux de l'outillage actuel, et qu'on devrait chercher un nouvel emplacement, un port approprié à la concentration du mouvement de grandes quantités de marchandises. La Chambre de Commerce le considère comme nécessaire, en partant du principe important que ce n'est que par ce moyen qu'on peut arriver à abaisser les frais supplémentaires et à accumuler une telle quantité de marchandises que notre marché puisse exercer une influence sensible sur la fixation des prix.

Ce rapport est resté longtemps sans écho. Ce n'est qu'après plusieurs années, le 25 mars 1896, que le Gouvernement décida l'étude du projet de port de Budapest. Eu égard à l'importance de la question, on devait, avant tout, étudier les aménagements analogues de l'étranger. Mes deux regrettés collègues, M. Bodog Speidl, inspecteur du chemin de fer de l'Etat, M. Ernest Izsáky, ingénieur en chef du Ministère, et moi, nous avons eu l'honneur

d'aller visiter les ports célèbres de la vallée du Rhin, de l'Oder, de l'Elbe ; puis, le 5 décembre 1896, nous fûmes chargés de préparer le projet du port. Le choix de l'emplacement, de l'étendue, de l'aménagement, etc., était réservé à notre étude : on ne nous a donné que l'unique indication que le port à construire fût mis en relation intime avec le réseau du chemin de fer et qu'on étudiat aussi l'établissement d'une gare des marchandises parallèlement au projet du port. Après les études préliminaires, le 1^{er} mai 1897, les travaux du projet du port furent commencés.

Comme nous venons de l'indiquer, on devait mettre le port en relation avec le réseau des lignes de chemin de fer et avec une gare à projeter ; il en résultait que le projet devait comprendre également une gare de formation. Vu le projet de port de commerce, outillé de la sorte, on ne pouvait renoncer aux avantages que le port pourrait offrir à l'industrie, si les usines trouvaient le moyen de s'établir sur les terrains limitrophes. L'activité que l'étranger déploie en cette matière, la nature plausible de la question, nous ont conduits tout naturellement, à l'idée qu'il fallait construire aussi, parallèlement au port de commerce, un port industriel.

En ce qui concerne l'étendue, l'emplacement du port commercial et industriel, ainsi que leur aménagement et outillage, on est parti des principes suivants :

1^o Le port doit être construit de telle façon qu'il forme un centre de commerce où se dirigent les marchandises encombrantes en destination de Budapest et que ces marchandises puissent y être emmagasinées, manutentionnées, mises en bateaux ou en wagons et expédiées à leur destination. L'importance d'un port est augmentée par le fait que le commerçant, dans la plupart des cas, quand les marchandises arrivent au port, ne sait même pas où il les enverra, comment il en disposera : il est incontestable que ses frais seront réduits s'il peut s'approcher de la place où ses marchandises sont entreposées, tant avec voitures ou wagons qu'avec bateaux. La mise en communication du port avec le chemin de fer est donc nécessaire, et cela de telle manière qu'un réseau étendu de voies ferrées et une gare de marchandises y soient créés pour que la manutention régulière des marchandises soit assurée ;

2^o Les bâtiments qui ont pour but de recevoir les marchandises, doivent être construits d'une façon simple, mais répondant bien à la nature de ces marchandises, pour réduire les frais de

magasinage au minimum. Il faut, en outre, prévoir la construction de bâtiments divers pour les auctions ; il est, d'autre part, d'une importance capitale d'avoir des entrepôts de telles dimensions que, en dehors de l'emmagasinage, la manipulation, le façonnement des produits puissent s'y effectuer ;

3° De la part des intéressés commerciaux, l'avis fut émis qu'il est expressément recommandable qu'une partie du port soit réservée au mouvement en transit et qu'elle soit munie de toutes les installations, entrepôt, etc., en somme, qu'un port franc soit établi. Il serait tout indiqué d'y élever aussi l'hôtel des douanes ;

4° Pour rendre les manœuvres faciles et rapides, on a décidé l'installation d'une machinerie moderne ;

5° Afin que le port soit rendu le mieux utilisable par la grande industrie locale, il est désirable qu'un port industriel soit construit et que toutes les usines de celui-ci puissent être mises en relation avec les voies d'eau et ferrées. Dans ces conditions, il y aurait possibilité pour ces établissements usiniers de former un ensemble avec le port de commerce, et de profiter de tous les avantages offerts par le port.

En partant de ces principes, il fallait chercher, avant tout, l'endroit aux environs de Budapest, susceptible de fournir le meilleur emplacement pour un port.

Les études poursuivies à ce sujet nous ont conduits à la conviction que la meilleure situation pour le port et pour ses abords serait le bout d'amont de l'île de Csepel. En aval de Budapest, le Danube se partage en deux branches : l'une des branches (le bras de Soroksár) est fermée depuis une trentaine d'années, afin d'éviter la formation d'embâcle par l'effet de l'augmentation de la force vive du courant dans l'autre bras. Le bras de Soroksár est alimenté par une écluse capable de laisser passer 47 m³ 500 d'eau par seconde ; selon les projets récents, ce bras va être rendu à la navigation par l'établissement d'une passe libre en aval et d'une écluse à sas en amont de la partie fermée par un barrage du bras.

Les terrains situés au point de partage du Danube répondraient bien au but du port, vu que, outre qu'ils ne sont utilisés que par des agriculteurs, c'est-à-dire qu'ils sont à très bon marché, ils se prêtent excellemment à la construction et au développement des quais et des bassins à établir selon les exigences du trafic ; d'autre part, les bassins et les abords peuvent se construire de la façon la plus appropriée à l'emplace-

ment des usines, lesquelles peuvent être mises en relation avec les quais, les voies ferrées et charretières. De même, notre choix sera confirmé par le fait que le bras fermé du Danube ou plutôt sa partie comprise entre la passe libre et l'écluse à sas projetées, pourra faire partie du port, sous la forme d'un vaste bassin.

Nous pouvons ajouter encore que ce n'est que cette partie des environs de Budapest qui pourrait être mise en communication directe avec le réseau du chemin de fer, tout en étant dans le voisinage immédiat de la capitale et en n'empêchant pas le développement futur de la ville.

La chambre de commerce et d'industrie émet l'avis, dans son rapport, qu'il est absolument nécessaire que le port ne soit pas trop éloigné de la partie centrale de Budapest sur la rive gauche et que, d'autre part, les bassins, les quais, le réseau des voies ferrées puissent être facilement élargis au fur et à mesure que les besoins l'exigent. Le bout d'amont de l'île de Csepel répondra, par sa situation favorable, à ces exigences.

La distance qui existe entre le port et la ville ne constitue pas aujourd'hui un obstacle, alors que toutes les manutentions se feront par des agents d'entreprises publiques qui méritent toute confiance et à qui on peut transmettre les ordres ou commandes par voie téléphonique. D'ailleurs, par les tramways électriques, il ne faudrait que de 20 à 25 minutes pour arriver au port.

La circonstance que le canal du Danube à la Theiss aurait son point de départ au bras fermé du Danube, est un autre argument pour notre choix ; ce fait augmenterait l'importance de cet emplacement.

L'emplacement du port une fois choisi, le port de commerce, le port industriel, la gare, etc., ont été projetés sur des terrains d'une étendue de 575.50 hectares. Toutes ces parties forment un ensemble organique et dont les éléments peuvent être mis en relation les uns avec les autres.

Déjà, au début des études sur ces dispositions générales, j'ai eu l'occasion de faire connaître les projets aux spécialistes des divers pays étrangers, comme à M. Franzius, célèbre constructeur du port de Brême, directeur des Travaux publics de cette ville ; à M. Corthell, ingénieur très distingué, très connu par ses beaux travaux concernant la navigation intérieure et les travaux maritimes ; à M. Ahlfeld, constructeur et directeur des

docks de Tilbury, à Londres, etc. Tous, ils ont trouvé ces dispositions non seulement bien choisies, mais dignes d'imitation et ils n'ont pas manqué de prononcer que le bout d'amont de l'île de Csepel est, par excellence, l'emplacement prédestiné d'un port important, auquel on ne pourrait trouver de semblable dans toutes les villes de port du monde entier. L'opinion de ces experts ne put donc que fortifier notre avis, — qui était d'ailleurs concordant avec celui des grands commerçants et industriels, — que le port devait être situé au bout d'amont de l'île de Csepel. Il importe donc de s'assurer autant de terrain qu'on le jugera nécessaire pour le port et pour son puissant développement ultérieur, même si cela exigeait des sacrifices en apparence considérables pour le moment ; car on ne constate que trop souvent qu'un cadre trop serré peut entraver, d'une manière insurmontable, tout élargissement futur.

Le port de commerce.

Afin de déterminer dans quelle étendue et de quelle manière le port devra être construit, avant tout on a évalué le trafic probable, sur lequel on pourra compter vers la fin de la décade prochaine ; selon des calculs très minutieux, ce trafic probable s'élèverait, dans dix ans, à 21 millions de quintaux de céréales et à 21 millions de quintaux de marchandises diverses (y compris les matériaux de construction et les combustibles, qui ne nécessitent pas l'emmagasiner), peu importe que ces marchandises arrivent par voies charretière, ferrée ou fluviale. D'autre part, ces chiffres indiquent les quantités de marchandises introduites dans la ville ainsi que celles qui en sortiraient. De même, nous avons exprimé en chiffres — en tenant compte des conditions actuelles du trafic des entrepôts et silos existants — les quantités moyenne et maximum du stock de céréales ou de marchandises diverses. Ce sont ces données qui ont servi de base pour la détermination de l'étendue, de la division, de l'installation et de l'outillage du port.

Pour les besoins actuels, on a projeté la construction de trois bassins sur la partie extrême du bout d'amont de l'île ; de même, on a ménagé de la place pour deux autres bassins à construire plus tard. L'entrée commune du port de commerce et

du port industriel est projetée sur la rive convexe de l'île, où le courant du fleuve est déjà passé sur l'autre rive ; grâce à ce choix, les bateaux peuvent entrer au port sans s'exposer à des avaries, même en cas d'une faible débâcle. L'orientation de l'entrée, la forme et l'emplacement de l'avant-port et des bassins sont disposés de telle manière que les bateaux puissent facilement accéder à n'importe quel bassin.

L'emplacement des bassins assure une division désirable des marchandises selon leur qualité, destination et nature.

Afin d'établir un moyen de communication entre le port et le bras fermé du Danube (bras de Soroksár), on a prévu la construction d'une écluse à sas entre ce bras fermé et le premier bassin du port.

On a déterminé la largeur des bassins en partant de la supposition que deux files de bateaux, longeant les quais, puissent se charger ou se décharger en même temps, et que, à moins d'une troisième file de bateaux attendant leur tour, les bateaux puissent circuler sans difficulté dans les bassins. On a donc partout admis la largeur de 160 mètres, excepté pour le premier bassin, où l'on a prévu 120 mètres, à cause du va-et-vient des bateaux venant du bras fermé ou y allant.

Eu égard à ce que le projet de la régularisation du Danube vise une profondeur minimum de 3 mètres, nous avons prévu dans le port la même profondeur au-dessous de l'étiage. Avec cette profondeur, même les bateaux qui ont le plus grand tirant d'eau (et naviguent sur le Danube), peuvent facilement circuler dans le port, même au cas des plus basses eaux.

Le Danube et le premier bassin sont séparés par un long môle, de 1,300 mètres de longueur et de 120 mètres de largeur ; la défense de ses rives est assurée au moyen d'un perré sur le côté extérieur et d'un mur de quai, sur le côté intérieur. La crête du perré et le niveau du plan du môle, sur une largeur de 55 mètres, est à la cote + 8 mètres au-dessus de l'étiage ; le reste du môle et, par suite, les murs de quais sont à la cote + 5 m. 50, afin de faciliter, par cette hauteur réduite, les manœuvres de chargement, etc., et de diminuer les frais de ces manœuvres. Sur cette partie plus basse du môle s'élèveront sept hangars d'une capacité totale de 328,000 quintaux. Le transbordement s'effectuera à l'aide de sept grues mobiles de 1,500 kilogrammes de puissance et de deux grues mobiles de 4,000 kilogrammes, mues les unes et les autres par l'électricité. Quoique très rarement,

au cas d'une crue exceptionnelle, le Danube pourra envahir cette partie basse du môle ; le trafic de ce môle se transmettra alors au troisième môle.

La partie extérieure du môle, c'est-à-dire celle où le niveau du plan du môle est à la cote + 8 m. 60, servira de terrains découverts pour les marchandises encombrantes et pour le charbon. C'est ici que les bateaux se procureront du charbon et que les wagons le déchargeront directement dans le bateau quand cela sera nécessaire. A cet effet, on a prévu la construction d'un appareil déchargeur ou transbordeur, qui viderait, d'un seul coup, les wagons dans les bateaux et qui servirait, en même temps, de grue pour charger les objets de grandes dimensions sur le bateau ou sur le wagon.

Le môle situé entre le premier et le deuxième bassin sera bordé de murs de quai de 8 mètres de hauteur au-dessus de l'étiage. Le long des quais, on construira cinq entrepôts à trois étages, ainsi qu'un autre à la tête du môle : tous ces bâtiments seront munis de caves ; au fur et à mesure que le trafic augmentera, on pourra bâtir, derrière ces magasins, quatre autres entrepôts. C'est ici également que s'élèvera l'Hôtel des Douanes, dans le voisinage duquel quelques-uns des magasins pourraient former un port franc, où s'effectuerait la manutention des marchandises en transit. Une autre partie de ces magasins serait construite conformément aux besoins spéciaux du trafic : ainsi, on réserverait des magasins pour le coton, des caves pour la manipulation des vins, des locaux pour les auctions, ainsi que des entrepôts de cuirs, des chambres de réfrigération, etc. Les entrepôts seront pourvus d'ascenseurs électriques et les quais munis de grues mobiles.

Tant que le mouvement en transit ne prendra pas des proportions considérables, — ce qui demanderait que tout le port franc fût réservé au trafic en transit, — une partie des entrepôts sur ce môle servira de moyen d'entreposage des produits du pays : mais au moment où le trafic en transit exigerait tous ces magasins, on aurait à construire de nouveaux entrepôts pour les produits du pays, sur le côté sud du troisième bassin. Les bâtiments d'administration, les halles, l'usine génératrice, la maison des sapeurs-pompiers, etc., trouveront leur emplacement dans le voisinage du port franc.

Le môle qui se trouvera entre le deuxième et le troisième bassin, sera réservé aux céréales : on y prévoit la construction de

huit bâtiments d'élévateurs et de silos, d'une capacité totale de 2,278,000 quintaux.

Sur le côté sud du troisième bassin, on construira six magasins à un étage, pour le mouvement des marchandises du pays; les étages seront utilisés pour l'emmagasinage, la manutention, la mise en œuvre des produits.

Autour de ces môles, il y aura 4,292 mètres de mur de quai et 2,425 mètres de perré maçonné, le long desquels 81 bateaux peuvent être chargés ou déchargés, ou 157 bateaux, s'ils se rangent en deux files et s'ils manœuvrent simultanément.

Pour l'élargissement ultérieur du port, on a prévu des terrains sur lesquels on pourrait construire encore deux bassins, bordés de murs de quai de 4,200 mètres de longueur : ces bassins et les magasins et l'outillage nécessaires feront face à un trafic très intense et très développé sur lequel on ne pourra compter que dans un avenir bien lointain.

Pour établir une corrélation entre les mouvements par voie d'eau et par voie ferrée, on a projeté deux paires de rails devant et une paire de rails derrière les magasins ; cette disposition rendra possible toute sorte de transbordements entre bateaux et wagons ou inversement, entre bateaux et magasins, entre wagons et magasins, entre magasins et chariots ou inversement.

Toutes ces manœuvres se feront par des grues ou des élévateurs électriques, dont le nombre permettra que le trafic ne subisse pas le moindre retard ou la moindre interruption. La manutention, le nettoyage, la mise en œuvre des produits seront effectués à l'aide de l'électricité.

On établira l'éclairage électrique ainsi que la distribution d'eau et la canalisation du port. L'énergie électrique sera fournie par une usine génératrice centrale, située à l'entrée du port, comme cela est indiqué sur le plan d'ensemble.

Pour les ouvriers du port, on prévoit la construction de locaux chauffés pour l'hiver, de salles à manger, de salles de bain, etc.

Sur la partie remblayée du port, laquelle se trouve du côté de la ville, on construirait des halles qui pourraient alimenter les Halles centrales de Budapest, pendant la nuit, en se servant des lignes de tramways.

Gare de marchandises et gare de formation.

Le bord du bras fermé du Danube sur l'île de Csepel, tout le long du port, servirait d'emplacement pour les gares de marchandises et de formation projetées sur une telle étendue et dotées de tant d'installations que ces gares seraient capables, non seulement de remplacer la gare de Ferenczváros, qui va être supprimée, mais de faire face à un mouvement ultérieur considérable et de desservir le réseau de voies ferrées du port de commerce et du port industriel.

A la gare des marchandises, on projette sept hangars (plus tard, quand le besoin l'exigera, on en construira encore quatre), différentes maisons d'habitation, des bâtiments d'administration, etc.

Annexée à la gare, il y aura une gare aux charbons où l'on pourra emmagasiner 500,000 quintaux de charbon pour les besoins usiniers, municipaux ou ménagers.

Les gares seront mises en communication, d'une part, à Erzsébetfalva, avec la ligne Budapest-Zimony ; d'autre part, avec la gare de formation de Ferenczváros : par suite, tous les trains venant de n'importe quelle direction, pourront se diriger directement vers les gares du port.

Mais l'importance de ces gares sera considérablement augmentée par le fait que les usines situées sur ces parties de la capitale et même au delà, jusqu'à Soroksár, ont déjà un besoin urgent de ces gares et de ces lignes.

La construction de ces gares aura pour suite la suppression complète de la partie située sur le bord du Danube, de la gare des marchandises de Ferenczváros. Par ce fait, les obstacles qui ont entravé, pendant plusieurs dizaines d'années, le développement de la capitale vers le Danube, disparaîtront complètement ; tandis que, par la construction du port, une vive impulsion va être imprimée au développement de cette partie de la capitale restée en arrière. En effet, il est à prévoir que les entrepôts publics, les moulins, les usines quitteront ce quartier, qui sera approprié à la bâtisse ; et l'initiative privée ne tardera pas à y construire des immeubles, dessiner des parcs, aligner des rues, etc. D'autre part, il est incontestable que le monde commercial établira ses bureaux ici, à la proximité du port et

que les commerçants et leurs employés et tous les intéressés trouveront avantageux de venir habiter ce quartier, dont la valeur augmentera au fur et à mesure de l'accomplissement de ces projets.

Le port industriel.

Le port industriel, qui sera en relation intime avec le port de commerce, comprendra trois bassins et aura 1,420,000 mètres carrés de superficie. Entre les bassins, dont la largeur est de 100 mètres, il y a des terre-pleins de 200 mètres de largeur ; la cote de ces terre-pleins est à + 8 mètres au-dessus de l'étiage (et 1 mètre au-dessus des plus hautes eaux jusqu'ici observées) ; les terre-pleins sont défendus par des perrés. Les usines trouveront leur emplacement sur ces môles et pourront ainsi être mises en communication avec les bassins, le réseau du chemin de fer, les lignes de tramway, les voies charretières... Cette circonstance permettra que le port industriel puisse profiter de tous les avantages du port du commerce et des gares.

Pour les grands moulins, leur emplacement sur ces terre-pleins ou môles aura une conséquence très favorable ; le voisinage immédiat du port permettra une réduction considérable du stock des céréales, vu qu'on en trouvera toujours la quantité voulue dans les entrepôts, où la farine s'entreposera, à son tour, non moins avantageusement.

L'emplacement des usines au port sera très utile pour la capitale, au point de vue hygiénique et social ; les usines, stimulées par les avantages offerts par le port, chercheront à s'y établir ; les causes de viciation de l'atmosphère disparaîtront donc, d'autant plus que les vents régnants dirigeront les fumées vers l'extérieur de la ville.

Parallèlement à la construction du port, on peut créer des habitations ouvrières ou d'autres institutions sociales capables de rendre l'existence des ouvriers plus facile, à tous les points de vue.

La démolition des anciennes usines, l'établissement de ces maisons ouvrières, etc., contribueront à l'amélioration des conditions d'habitation, au développement du quartier. Tout cela sera encore la conséquence immédiate de l'établissement du port et de la gare.

Le bassin établi dans le bras fermé du Danube.

Le bras fermé du Danube (bras de Soroksár) est appelé à faire partie du port sous la forme d'un vaste bassin, lequel sera franchi par un pont établissant la communication entre la ville et le port. Ce bassin s'étendra entre le barrage actuel (qui sera enlevé selon notre projet), et l'écluse à sas d'amont, laquelle servira d'entrée au bassin ; celui-ci sera alimenté par un canal latéral, dont la chute actionnera quelques turbines. Les halles se trouveront aux abords de cette entrée, sur des terrains remblayés. La largeur du bassin sera de 150 mètres, sa profondeur de 3 mètres au-dessus de l'étiage. La rive du côté de la ville sera réservée pour les matériaux de construction, de même, des usines pourront s'y établir. L'autre rive, sur l'île, pourra être utilisée par des usines vers la partie d'aval du bassin ; vers la partie d'amont, on ménagera des terrains découverts pour les marchandises encombrantes.

Les bateaux entrерont au bassin par l'écluse à sas, comme nous venons de l'indiquer.

Le port et la gare seront mis en relation avec la ville par la construction de lignes de tramways, lesquelles seront utilisées pour desservir les entrepôts et les halles.

La dépense totale de toutes ces constructions est la suivante :

I. — *Port de commerce.*

1° Expropriations, travaux de terrassement, constructions hydrauliques, routes, ponts, installations pour le chemin de fer, canalisation, distribution d'eau, bâtiments d'administration	C. 20,500,000
2° Elévateurs à grains, silos, entrepôts, hangars, hôtel des douanes, halles, usine génératrice, etc., grues, éclairage électrique, autres machines . . .	37,000,000
Total. . C.	<u>57,500,000</u>

II. — *Port industriel.*

1° Expropriations, travaux de terrassement, routes, etc.	C. 11,100,000
2° Canalisation, distribution d'eau, bâtiments d'administration, etc.	2,300,000
Total. . C.	<u>13,400,000</u>

III. — *Gares.*

Expropriations, travaux de terrassement, construction de routes, outillage, bâtiments divers, entrepôts, transbordeurs, distribution d'eau et d'énergie électrique, canalisation, etc. C. 14,000,000

IV. — *Bassin de Soroksár.*

Expropriations, travaux de terrassement, constructions hydrauliques, ponts, routes, bâtiments, etc. C. 8,600,000

L'ensemble de ces dépenses s'élève donc à 93,500,000 couronnes.

La construction du port de commerce coûterait 57 1/2 millions de couronnes. Mais la dépense de toutes les installations y est comprise (grues, machines, usine génératrice, halles, hôtel des douanes, magasins, etc.), et cette dépense n'est pas inférieure à 37 1/2 millions.

Cependant, le coût de ces installations (entrepôts, grues, hangars, etc.), peut être complètement séparé du coût de la construction du port lui-même et de celui des routes et des voies ferrées, ces installations pouvant être comprises comme l'objet d'entreprises spéciales d'entrepôts ou comme la propriété de particuliers, de la Municipalité, du chemin de fer, etc. A ce point de vue on distingue trois systèmes : *a)* la Ville cède des terrains à des particuliers ou à des compagnies, pour la construction d'entrepôts, hangars, et perçoit des droits annuels ; mais, au bout de trente, quarante, cinquante ans, ces immeubles deviennent la propriété de la Ville, sans remboursement du prix de revient ; *b)* la Ville elle-même construit des magasins, etc., et les loue, en exigeant les intérêts et l'amortissement des prix d'établissement, et *c)* la Ville peut vendre les terrains complètement, mais seulement sur les quais plus éloignés et sur une longueur maximum de quai de 100 mètres ; dans ce cas, le détenteur des terrains paie une certaine somme annuelle pour l'utilisation du quai.

Dans les entrepôts, etc., ainsi installés, toute l'exploitation, le chargement et le déchargement, la manipulation des marchandises, etc., sera faite par les propriétaires des magasins ; c'est à eux de se procurer les machines, etc., nécessaires à l'exploitation.

Cette manière d'agir offre un moyen sûr à l'Etat ou à la Ville de régulariser, à l'aide de ces magasins, etc., formant leur propriété, l'exploitation quelquefois abusive des particuliers ; les marchés ne seront pas exposés à leur libre arbitre.

La distribution d'énergie électrique pourra être le sujet d'une entreprise spéciale.

Il est bien entendu que l'Etat devra être chargé de la surveillance des travaux et du contrôle de l'exploitation, afin d'assurer l'unité des travaux.

La construction du port de commerce, sans ces installations d'exploitation, n'exigerait qu'une dépense de 20.5 millions de couronnes. De même, le port industriel, pareillement sans installations, ne coûterait que 11.1 millions, soit pour les deux ports : 31.6 millions de couronnes.

Fort probablement, le port industriel ne se construira pas entièrement au début ; l'établissement d'un seul bassin et l'exhaussement des terrains avoisinants suffira pour les besoins du commencement ; le reste s'achèvera au fur et à mesure que la nécessité le commandera ; les capitaux exigés seront empruntés au produit de la vente des terrains devenus libres successivement.

En échange de ces 31.6 millions, nous aurons à notre disposition, dans le port industriel, le long des bassins, 1,426,000 mètres carrés de terrains, lesquels, en vertu de leur emplacement, étant en relation avec les voies fluviale et ferrée, sont très propices à la construction d'usines, moulins, etc., et il est à prévoir que les usines dispersées dans la ville, profiteront de l'occasion, et achetant ces terrains, s'établiront au port et dans son voisinage, pour pouvoir réaliser certaines réductions des frais d'exploitation.

Sans exagérer, on peut compter, en vendant ces terrains, sur une recette de 15 à 20 millions, ce qui réduira le prix d'établissement de 50 % environ.

De même, la vente des terrains qu'on gagnera par remblayage aux alentours du bassin de Soroksár, remboursera complètement les frais de construction de ce bassin.

Enfin, en ce qui concerne la construction des gares de marchandises et de formation sur l'île de Csepel, la dépense de 14 millions de couronnes ne pourrait être considérée comme une partie du prix d'établissement du port, puisque la suppression de la gare des marchandises de Ferenczváros et la construc-

tion d'une nouvelle gare sont exigées et par le projet de régularisation de la capitale et par l'exploitation du chemin de fer. La construction d'une gare moderne est, d'ailleurs, un intérêt primordial, surtout pour cette partie de la ville où le nombre des usines augmente de jour en jour.

Du reste, en ce qui concerne ces 14 millions de couronnes, le produit de la vente des terrains devenus libres par le déplacement de la gare remboursera une partie notable de cette somme.

La construction du port de commerce, des gares, du port industriel et du bassin de Saroksár coûtera $(20.5 + 11.1 + 14 + 8.6)$ 54.2 millions de couronnes, dont 35 à 40 millions seront couverts par la vente des terrains.

Même, si nous tenons compte, d'une part, de ce que le montant total des dépenses, à cause des intérêts, augmentera de 20 %, c'est-à-dire de 11 millions de couronnes, durant les huit années de construction, et, d'autre part, si nous ne perdons pas de vue que la vente des terrains prendra quinze à vingt ans, mais, que, en échange, pendant cette période, la hausse de la valeur de ces terrains est aussi à espérer, — nous pouvons sûrement compter sur une recette de 30 millions de couronnes, de façon que ce n'est que la somme de 35 millions de couronnes qui devra être couverte.

Il résulte de ce qui précède qu'au prix de peu de sacrifices ou, plutôt, de peu de dépenses, on peut créer un centre florissant de commerce et d'industrie qui établira une relation entre les transports fluviaux et terrestres, permettra de faire face à un mouvement considérable, d'entreposer les marchandises selon leur nature et de les manutentionner à aussi bon marché que possible. Tout cela aura pour suite une réduction importante des frais d'exploitation et pour les producteurs et pour les commerçants ou les industriels ; une occasion favorable se présentera au transit dirigé de l'Orient vers l'Occident ou inversement, lequel, s'arrêtant ici, aidera l'industrie à prendre son essor et à créer de nouvelles branches.

Mais le port et ses annexes ne répondront aux espérances du commerce hongrois que si on leur octroie tous les droits et avantages qui leur permettent de prendre leur place dans le service de la politique commerciale de la Hongrie.

Il faut faire en sorte que les entrepôts et les installations nécessaires au magasinage et à la manutention des produits soient à

la disposition du commerce, à n'importe quel instant, à un prix aussi bas que possible ; il faudra même accorder certains avantages quand il s'agira d'attirer de nouveaux trafics.

A l'aide d'un système soigneusement établi de tarifs, il faut diriger le trafic vers le port ; ainsi on y doit accorder des frais de faveur aux marchandises et supprimer même ces frais quand ceux-ci pèsent trop sur le développement du trafic et, par suite, du commerce et de l'industrie.

Tous les mêmes avantages devront aussi être assurés au port industriel : entre autres, l'exemption d'impôts pour une plus longue période, l'exonération des frais de port, etc., parce que ainsi, le port pourra devenir un facteur puissant du développement de l'industrie. Il faut même aller plus loin et céder des terrains à prix réduits ou gratuitement, toutes les fois qu'il s'agira de créer de nouvelles branches d'industrie.

La création, l'installation et l'exploitation du port commercial et industriel ainsi organisées ne tarderont pas à provoquer l'afflux des marchandises, la formation d'un trafic bien plus étendu qu'il ne l'est actuellement, enfin la création de nouvelles usines, de nouvelles branches d'industrie ; tout cela, ajouté à la situation merveilleuse de la capitale, contribuera à rendre Budapest centre international de commerce et d'industrie.

Et quand on suit de près l'immense essor, la floraison prodigieuse des villes de port fluvial allemandes, on ne contestera pas les vastes avantages assurés par un tel port à l'agriculture, au commerce, à l'industrie, ainsi qu'à l'Etat et à la Municipalité, surtout quand on considère que ces avantages contrebalanceront bien les dépenses de premier établissement.

Ne perdons pas de vue qu'il ne nous est pas permis de retarder la création de tout ce que nous venons de décrire ; notre devoir est, au contraire, de rattraper ce que les circonstances ou notre négligence nous ont fait omettre, car il est incontestable que, les canaux autrichiens projetés une fois exécutés, Vienne ne manquera pas de prendre les devants, par la force de ses installations qui la rendront sûrement le centre de gravité du trafic de l'Europe orientale, et Budapest ne pourra même pas espérer profiter de ce trafic international.

Au contraire, si, en même temps ou avant, nous établissons toutes les installations nécessaires à attirer et à desservir le trafic international, celui-ci ne tardera pas à se diriger vers Budapest, en suivant son chemin qui le conduit vers la Serbie,

la Bosnie, la Bulgarie, l'Asie Mineure, la Turquie d'Europe, etc., à partir de Ratisbonne sur le Danube, de Dresde ou même de Hambourg sur l'Elbe et du canal de l'Elbe au Danube, de Breslau ou de Stettin sur le canal de l'Oder au Danube ; puis, le canal de l'Oder-Vistule nous amènera les produits de la Galicie et de la Pologne russe, et ainsi de suite.

En tenant compte de la formation, de la configuration des conditions du trafic de Budapest, du développement de son commerce, de sa destination commerciale, pour ainsi dire, nous pouvons être certains que parmi les travaux publics de notre pays, il n'en est point qui puissent exercer autant d'influence sur le développement économique, l'extension industrielle, la transformation commerciale de la capitale, que le port de commerce et le port industriel de Budapest.

BÉLA DE GONDA,
Conseiller ministériel.

ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

DES

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{me} Congrès - Saint-Petersbourg - 1908

1. Section : Navigation intérieure

3. Question

RAPPORT

PAR

Bela de GONDA

PLANCHE I

CONGRES DE NAVIGATION

XI^e Congrès - Saint-Petersbourg - 1908

1 Section : Navigation interieure

3. Question

ATTACHE

PAF

Bela de GONDA

PLANCHE I



Fig. 1. Budapest - carte des voies et des voies navigables.

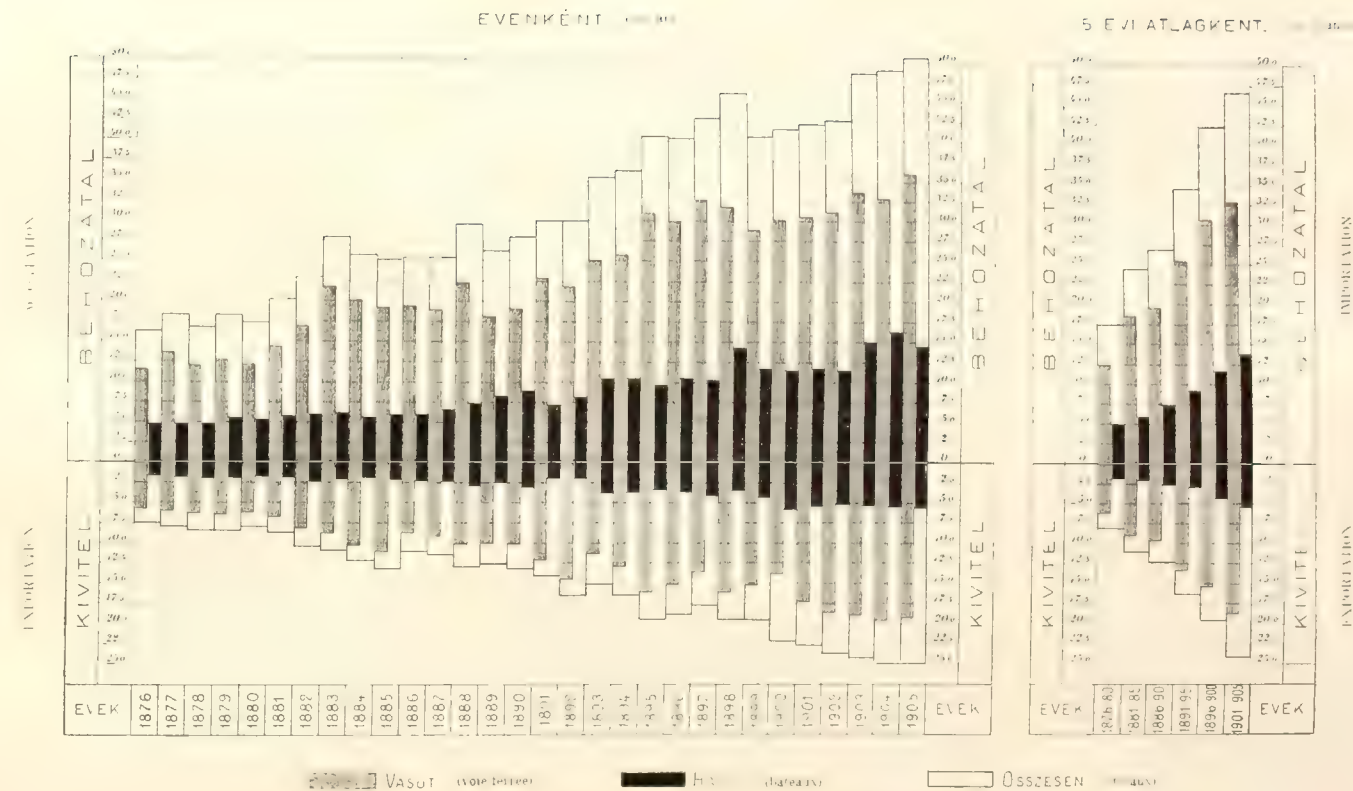


Fig. 2. Diagramme du commerce de Budapest en 1905.

ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

DES

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{me} Congrès -- Saint-Petersbourg -- 1908

1. Section : Navigation intérieure

3. Question

RAPPORT

PAR

Bela de GONDA

PLANCHE II

Fig. 1 — Plan du pôle de comètes de Budapest (p. 102)

ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

DES

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{me} Congrès -- Saint-Petersbourg -- 1908

1. Section : Navigation intérieure

3. Question

RAPPORT

PAR

Bela de GONDA

PLANCHE III

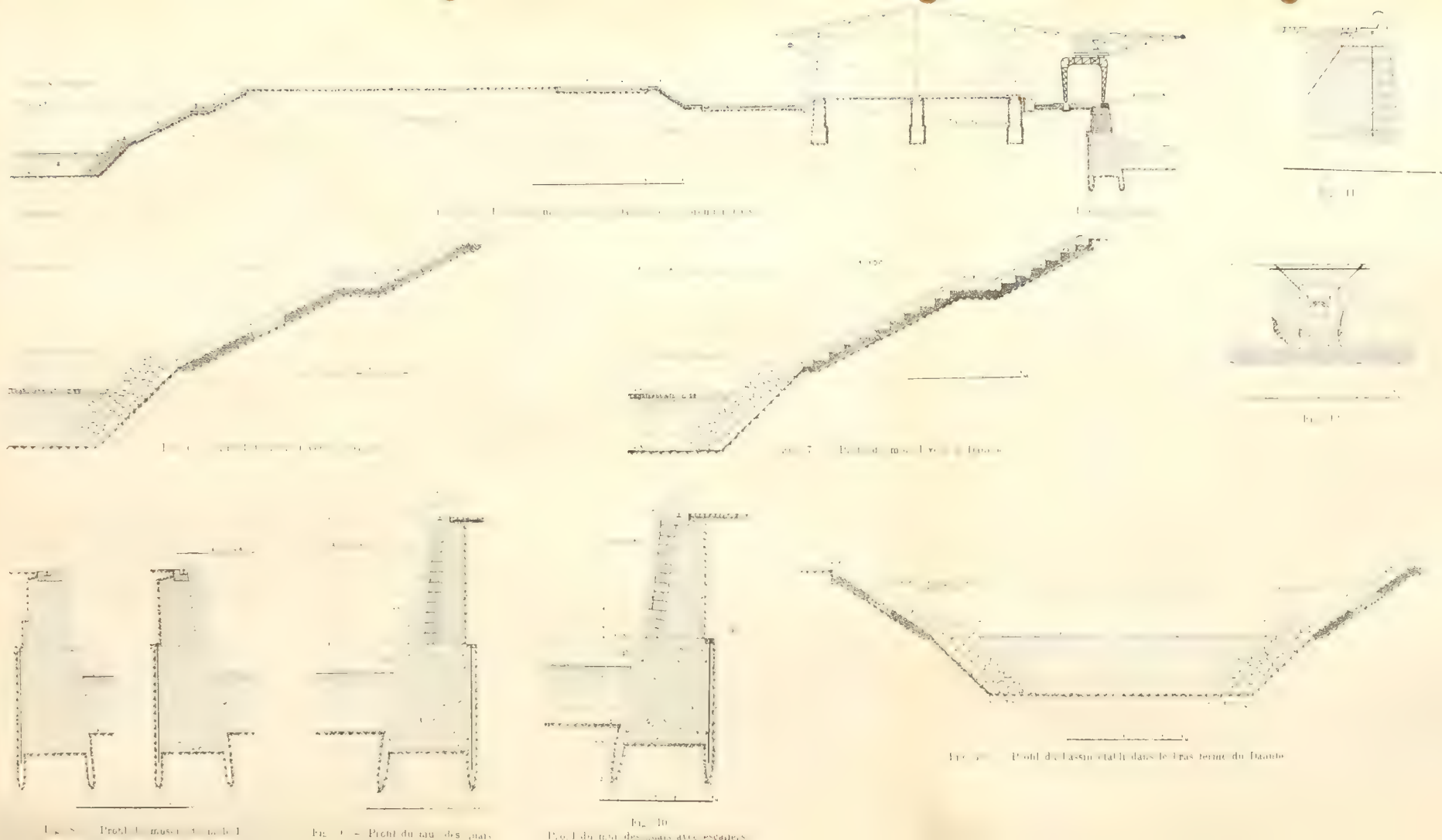
XI^{me} Congrès -- Saint-Petersbourg -- 1908

1 Section Navigation interieure

3. Question

TABLE

Bela de GONDA



ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

DES

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{me} Congrès -- Saint-Pétersbourg -- 1908

1. Section : Navigation intérieure

3. Question

RAPPORT

PAR

Bela de GONDA

PLANCHE IV

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{me} Congrès -- Saint-Petersbourg -- 1908

1 Section : Navigation intérieure

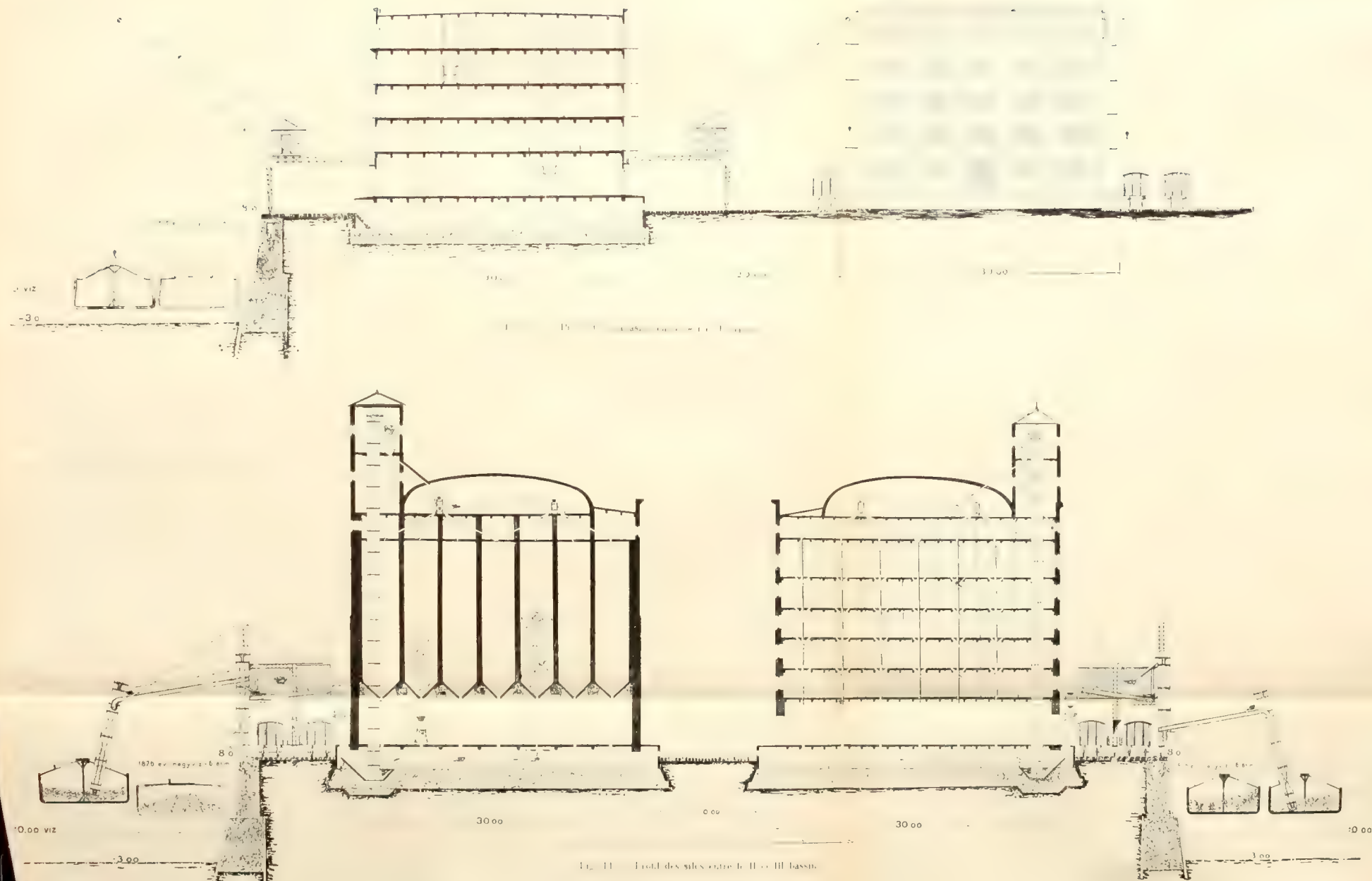
3. Question

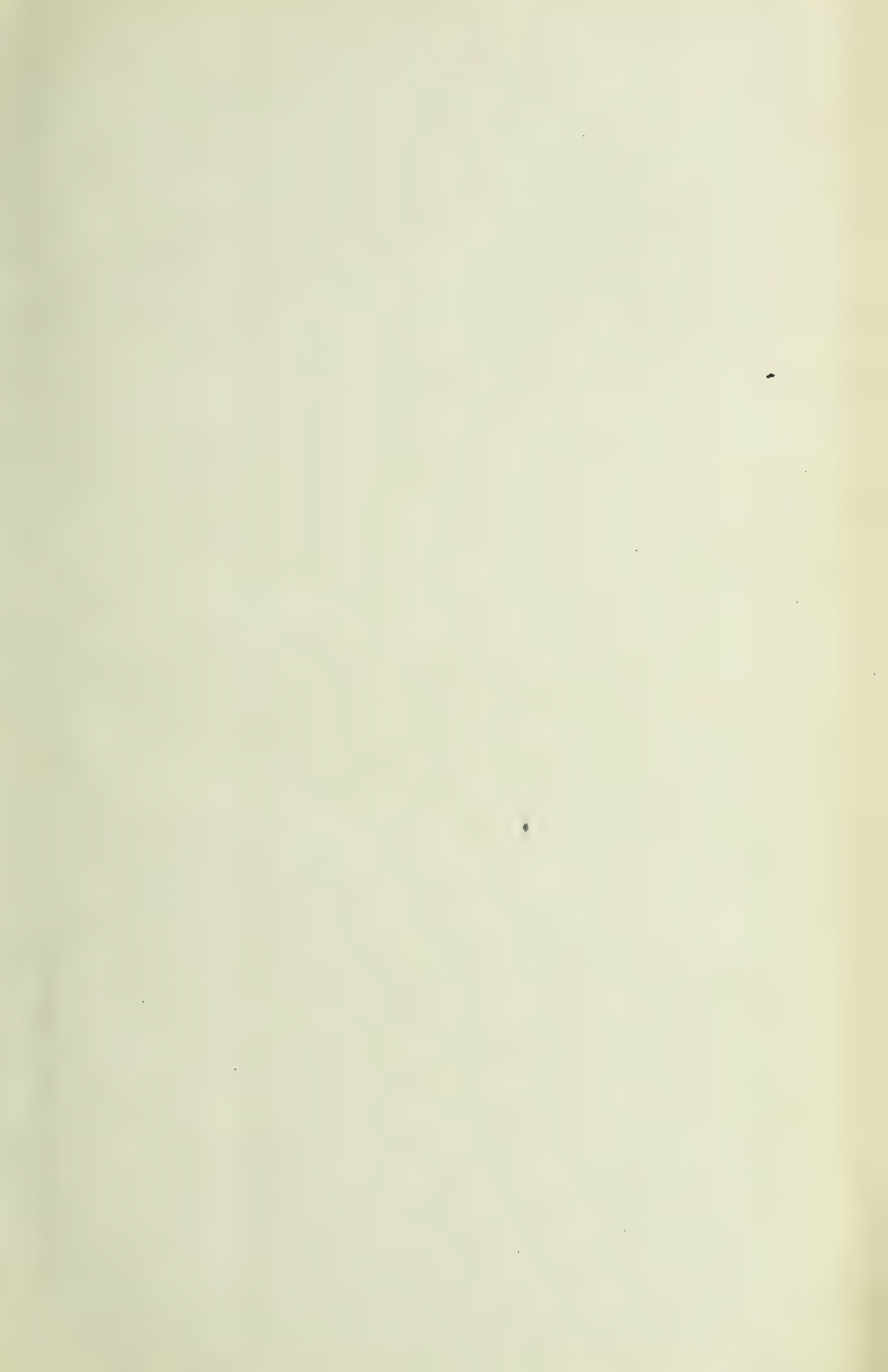
RAPPORT

par

Bela de GONDA

PLAN DE IV





PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION

OF

NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

I. Section : Inland Navigation .
3. Question

EQUIPMENT OF PORTS OF INLAND NAVIGATION

Especially the advance made in Electric plants

REPORT

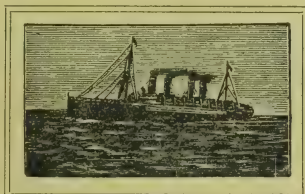
BY

Richard B. SHERIDAN

Engineer

Brown Hoisting Machinery Company

NAVIGARE



NECESSE

BRUSSELS

PRINTING OFFICE OF THE PUBLIC WORKS (CO, LTD.)

169, rue de Flandre, 169

THE EQUIPEMENTS

OF

Ports on the Great inland Lakes of North America

In the history of industrial progress, there has probably been no more interesting or important development than in the handling and shipping of materials on the great inland lakes of North America, and in no other part of the world is the transportation of freight, especially in bulk, carried on with such despatch as upon these inland seas. The methods pursued along the sea-coasts the world over are primitive and antiquated when contracted with the manner in which ore and coal, particularly, are handled to and from the modern lake vessel.

When one considers that in a commercial sense these inland lakes are scarcely fifty years old, the growth of the traffic is little short of marvelous. Iron Ore, which represents the greatest part of the lake trade, was first discovered in 1844 in the Lake Superior country and some miles inland from what is now Marquette.

The ore was found to be superior in quality to any other American ores, and had it not been so far from Pittsburg, the market place of iron for America, the production of iron in the United States today might have been much greater than at present. The distances and poor facilities for handling, made the problem of how to realize on the ores, a most difficult one. The thought did not occur to the pioneers in the Lake Superior district to ship the ores to the furnaces of the lower lake states. They undertook to smelt it into iron in small forges located near the mines or on the Southern shores of Lake Superior, using charcoal as a fuel.

The experiment was unsuccessful and brought ruin to all who undertook it. Iron at that time was selling in Pittsburg at about \$ 70.00 per ton; and the cost of the Lake Superior iron when delivered at Pittsburg was nearly \$ 200.00 per ton.

To transport the ore was a costly process. Boats on Lake Superior could not pass the falls of the Saulte Saint-Marie river, and all shipments sent from Marquette had to be hauled over the portage at this point, and loaded again into boats to be carried through Lake Huron to the southern lake ports. The double

handlings made the raw material too expensive to be used in competition with the native ores of Pennsylvania and Ohio, and it was not until the United States Government completed in 1855 its system of canals and locks at the Saulte Saint-Marie, that it was commercially possible to ship ore the lower lakes.

The first cargo of ore to pass through the Saulte Saint-Marie Canal, was carried by the brig « Columbia » on August 14th. 1855, and consisted of 114 tons. The entire shipments of that year amounted to 1,449 tons. The trade grew rapidly after it was found possible to deliver economically this Lake Superior Ore, but it was not until 1873 that the shipments down the Lakes in a season exceeded 1,000,000 tons.

The following table showing the ore shipments from the time of the opening of the Saulte Saint-Marie Canal gives an interesting traffic from 1855 down to 1906.

1854	3,000	1880	1,908,647
1855	1,449	1881	2,319,469
1856	36,343	1882	2,965,412
1857	25,646	1883	2,352,840
1858	15,876	1884	2,518,693
1859	68,832	1885	2,466,642
1860	114,401	1886	3,565,144
1861	49,909	1887	4,762,107
1862	124,169	1888	5,063,877
1863	203,055	1889	7,292,643
1864	243,127	1890	9,003,725
1865	236,208	1891	7,071,053
1866	278,796	1892	9,072,242
1867	473,567	1893	6,065,716
1868	491,449	1894	7,748,312
1869	617,444	1895	10,429,037
1870	830,940	1896	9,934,828
1871	779,607	1897	12,469,638
1872	900,901	1898	14,024,673
1873	1,162,458	1899	18,251,804
1874	919,557	1900	19,059,393
1875	891,257	1901	20,589,237
1876	992,764	1902	27,571,121
1877	1,014,687	1903	24,281,595
1878	1,111,110	1904	21,822,839
1879	1,375,691	1905	34,353,456

In the development of the above enormous traffic there have been three factors which have made it possible to handle the tonnage that today is shipped during the six or seven months that navigation is possible : —

1. The loading facilities at the head of the lakes,
2. The arrangement and equipments of the terminals on the lower lakes where the cargoes are unloaded, and
3. The design of the boats.

The question of loading, as might be supposed, was the first to receive attention, and in this respect it is interesting to note that the improved dock first built at Marquette in about 1860 has been the model upon which all of the large shipping ports have constructed their docks. This first dock was designed in such a manner that the ore was held in pockets equipped with chutes so arranged that the ore would run by gravity into the boats. Of course the capacity was small, but it was the forerunner of the present enormous docks with great pockets and loading chutes. The early boats by their construction were not well adapted to this form of loading, but still it was found by far the quickest and cheapest method.

Generally one of these modern loading docks will have a length of something over 1,000 feet and is arranged to extend out into the water so that boats may be brought along each side. The docks are built of wood and arranged with bins or pockets designed to discharge through chutes which can be raised or lowered over the ships hatches. Over the bins are two or three lines of railroad track extending the full length of the dock. These tracks are so located that the railroad cars can be dumped through hopper bottoms directly into the pockets. There are a large number of pockets, so that the various grades of ore may be classified. The docks are kept full of ore so that the boats begin loading the moment they are tied to the dock. A boat of the modern design can take on a cargo of 10,000 tons in about one hour.

Below is a table showing the capacity and length of the best equipped docks on the upper lakes.

RAILWAYS	Location	Dock N°	Number of Pockets	Storage Capacity	Length of Dock
				Gr. tons	Ft.
C. & N.W. Ry. . .	Escanaba . .	1	184	24,104	1,104
C. & N.W. Ry. . .	Escanaba . .	6	320	58,000	1,920
C. & N.W. Ry. . .	Escanaba . .	3	226	30,284	1,356
C. & N.W. Ry. . .	Escanaba . .	4	250	32,750	1,500
C. & N.W. Ry. . .	Escanaba . .	5	232	43,152	1,392
C. M. & St. P. Ry. . .	Escanaba . .	1	240	50,400	1,500
C. & N.W. Ry. . .	Ashland . .	1	234	42,120	1,404
C. & N.W. Ry. . .	Ashland . .	2	234	25,740	1,404
Wis. Cent. Ry. . .	Ashland . .	1	314	48,356	1,908
D. & Iron Range . .	Two Harbors.	1	202	40,400	1,388 ⁽¹⁾
D. & Iron Range . .	Two Harbors.	2	208	41,600	1,280
D. & Iron Range . .	Two Harbors.	3	170	34,000	1,054
D. & Iron Range . .	Two Harbors.	4	168	36,960	1,042
D. & Iron Range . .	Two Harbors.	5	168	33,600	1,042
D. M. & N. Ry. . .	Duluth . . .	1	384	57,600	2,336
D. M. & N. Ry. . .	Duluth . . .	2	384	69,120	2,336
D. M. & N. Ry. . .	Duluth . . .	3	384	80,640	2,304
D. S. S. & A. . . .	Marquette. .	1	270	27,000	1,700
D. S. S. & A. . . .	Marquette. .	4	200	28,000	1,200
L. S. & Ishp. . . .	Marquette. .	1	200	36,000	1,232
Great Northern Ry.	Superior . .	1	250	40,500	1,525
Great Northern Ry.	Superior . .	2	350	87,500	2,100
Great Northern Ry.	Superior . .	3	160	40,000	960
Algoma Central Ry.	Michipicoten.	1	12	—	312
Totaux. . .		58	5,741	1,007,826	35,299

(1) 312 feet single pockets, 1,076 feet double pockets,

Having roughly outlined the loading methods of the upper lakes, we come to the most important, and what has been the most perplexing factor in the development of the lake traffic, — the unloading facilities.

Forty years ago, deck loads of ore were wheeled in barrows to the dock, and where ore was carried in the hold, it was hoisted to the deck of the boat by horse-power and then dumped into barrows and wheeled ashore over gang planks. In 1867 the horse was displaced and his work was done with a small engine. This, at the time was considered a wonderful innovation. The ore traffic at this time was beginning to assume large proportions and the dock managers could see ahead to the time when they would be unable to cope with the vessels and tonnage.

The rivers were narrow and the dock facilities were therefore limited and as the tonnage increased, the expense and time required to carry the ore back from the dock face became a serious factor in the constantly increasing demand for ore. The condition became worse with each season and all those directly interested were constantly scheming to improve upon the methods.

Although active steps were taken in 1878 to devise a mechanical method of unloading the cargoes, it was not until 1880 that the first successful unloader was built. This machine was erected at the port of Cleveland, Ohio. It consisted of a single-rope cable tramway supported by two piers. One on the dock and the other about 300 feet back from the dock. The support farthest from the water was of A-shape construction and guyed to anchors fixed in the ground. The front support was of special design and mounted on wheels running on two lines of track spaced about 24 ft. center to center. The horizontal thrust, due to the pull in the cable, was taken care of by a set of thrust rollers running on a track for the purpose. This front pier or support was further equipped with an arm or apron which could be raised into a vertical position or lowered down over the boat. The traveling motion of the front support was operated by hand and was limited to a few feet each side of the normal position of the cable. The object of the side motion of the front support was to facilitate reaching the hatches without always moving the boat. On the cable ran a trolley designed to carry a 1-ton bucket. The various motions of trolley travel and the raising and lowering of the bucket were controlled through a single drum steam engine which was located near the rear sup-

port. The supports at the water front were much lower than the A-frame support, so that the trolley when returning to the boat was partly acted upon by gravity, and controlled by a counterweight. The machine was operated by one man located in a small house attached to the A-frame support and high enough up to give him an unobstructed view of the trolley. Under the cable could be stored ore to the height of the clearance line of the bucket hanging to the trolley. The buckets were filled by hand in the hold of the boat and then lifted out by the machine and dumped onto the storage pile, or loaded directly into railroad cars.

In starting this first machine, great opposition was encountered from the docks laborers, who could only see by this innovation, a menace to their daily employment and everything was done to prevent its successful operation. Like all other improvements however, it succeeded, notwithstanding all that was said and done to discourage its adoption.

The following year, two or three more machines were built and operated.

Although this machine was an infinite improvement over the old methods, it had one fault, and that was that it could only cover a limited storage pile. The next machines were improved upon. Instead of using a cable, a structural span bridge of 180 feet in length, was employed and its two supporting piers were mounted on wheels, so that the machine could be moved along the full length of the dock. These machines came immediately into universal use, and nearly every unloading dock was equipped within a few years, with batteries of these unloaders.

By the use of this new method it was possible to not only unload a boat much more rapidly than ever before had been done, but it made it possible to store large quantities of ore. The machines were constructed with the bridge span and also increased in length by a cantilever projection of about 90 feet in length over the rear pier, so that ore was stored in two parallel piles, one under the main span with a capacity of about 220 tons to the linear foot, and one under the cantilever projection in the rear, of about an equal amount, making a total storage per linear foot along the dock of about 450 tons. The ore was re-handled by the machines out of storage into railroad cars. This work being done when boats were not unloading, or after the season of navigation had ended.

The adoption of these machines not only increased greatly the despatch in the handling of the boats, but their use cut the cost of unloading down to a figure which had hardly been dreamed of.

The cost of the labor of loading the buckets in the hold of the boats was not materially affected by the new machinery. This cost varied from year to year and was regulated by the dock labor unions. On an average, the filling of the buckets cost about 13 cents per ton. The cost of handling from boat to dock formerly depended entirely on how far the ore had to be wheeled, and this portion of the expense was greatly cut down by the new methods, and the cost per ton of handling material with the new machines varied from 7/10 to 2 cents per gross ton, depending on how near to the maximum capacity of the machines the plants were worked.

The bridge crane, operating the ordinary buckets, became the recognized standard for dock equipments, and for years little or no change was made in the general design of working. Attempts were made from time to time to use a grab bucket instead of the hand-filled tubs, and thus cut down the most expensive part of the unloading charges. Although the grab had been worked with excellent results in the handling of coal, there was no bucket of this type that could handle the hard lumpy ores that were being brought down the lakes and it was not until soft Masaba ores began to be handled, about twelve years ago, that a self-filling bucket could be satisfactorily employed in the holds of the boats. As this soft ore, came more and more to be used, renewed experiments were made with the grab buckets and about eight years ago the first successful grab bucket plant was erected at Chicago.

The plant consisted of four machines built along the same lines as many of the unloaders on the lakes at the time, and were designed to unload vessels directly into railroad cars arranged to run under the piers of the machines.

The advent of the grab bucket in handling ores marked a radical change, not only in the general design of the unloading machinery, but also in the boats. Up to the time of using these mechanical buckets the material had been handled in tubs of about one ton capacity. This size having been found by careful experiments to be the most satisfactory for filling and handling in the holds. With the new bucket the question of size and

capacity was fixed only by the dimensions of the hatches in the boats and they were built with as large a reach when open as was possible. The standards at the present time for unloading plants are 5, 7 1/2, and 10 tons, but the five-ton is perhaps the most universally used.

In regard to types of grabs employed for this work, they differ somewhat from the various grabs, or clam-shells that have been employed for so many years in the handling of dirt and other soft materials. They are all of the two-blade type but with smooth cutting edges. The teeth which have always been thought necessary, especially when lumpy material was handled, were dispensed with on account of the injury they did to the boats. Furthermore, the smooth edges of the blades made it possible to clean up a boat, which could not be done with buckets having teeth.

The grabs are of the two rope type, and with the exception of one make, open and close in about the same manner as those which have been used for the past twenty years. The design and principle of this particular bucket is entirely novel. The usual grab bucket depends largely, on account of the motion of its cutting blades, upon its weight to get a full load. The bucket referred to however is designed so that the weight plays but a small part in its satisfactory working. A 5-ton bucket of this make, when open, has a spread of its cutting blades of 14 feet. These blades in this position stand almost vertical and when closing, they retain this vertical position for nearly one half of their stroke, and their action during this time on the material, is one of scraping. By the time they have moved through half their total stroke, they have gathered or scraped together a pile of material between them and at this point the motion changes to one of rotating so that they close under the pile of material gathered together. The bucket is so proportioned that the pile which is gathered equals approximately the capacity of the bucket. This grab also, by its construction, is admirably suited to cleaning up the bottom of the boat as it can operate on a floor without injuring it in any way. On drawing 2 may be seen an outline of one of these buckets.

With the adoption of the grab bucket came still another change in the general design of the unloading machinery. The operating machinery on the unloaders, had, up to this time, always been located in a fixed machinery house, and the action of the machinery was under the control of an operator located at

some fixed point on the machine. The grab bucket demand practically no men in the boat for successful operation, and the signal men who had been required when handling the hand filled tubs, were unnecessary with these new mechanical buckets, and consequently it was found more efficient to have the operator travel with the load in order that he might see the bucket when in the hold of the boat. To accomplish this, the hoisting and operating mechanism of the machine was all installed on the moving trolley, and this type of man trolley machine (as it is generally known) has come today to be recognized as the most efficient and rapid. Although builders had employed electric power to some extent before the adoption of the man trolley machines, and it had been found an improvement in many ways over the steam power which had held sway for so many years, the man trolley machines could not be satisfactorily arranged to be operated by any other force than electric, and we might say that the advent of the grab bucket marked also the almost universal use of electricity to the unloading machinery, but as mentioned above, electricity had been used to some extent before, and had been found a decided improvement over the old steam methods as it did away with the expense and labor of handling coal, ashes, water, etc. There is hardly a doubt but that electricity would have become the most popular force, even without the influence the Man Trolley has played.

On Plate No. 1 may be seen the general arrangement of one of the up-to-date unloading docks on the great lakes. This dock is controlled and operated by the Pittsburg & Conneaut Dock Company, and handles large quantities of iron ore. The equipment of the dock consists of four Fast Plant Unloaders which are located on the dock face, and one Storage Bridge Crane in the rear. The Unloading Machines, which are equipped with Man Trolleys, are arranged with 5 ton grab buckets. These machines take the ore from the boat's hold and deliver it either into railway cars, which can run under the piers of the machines or discharge same into a receiving pit under the cantilever projections of the rear machines. From this receiving pit the material is again handled by the grab bucket on the Stocking Crane. The bucket on this machine has a capacity of 7 1/2 tons of ore and is arranged to discharge the ore onto a storage pile which extends the full length of the dock. All of this machinery is operated by electricity, and each machine is controlled by

one operator. The grab buckets on the machines, which work directly in the boat's hold, are designed that the same may be turned so that the opening of the bucket is either athwartships of the boat, or fore and aft. By this design the operator in the cage of the man trolley can place his bucket in the most advantageous position for reaching the ore, and with the spread of the bucket it is possible to reach 5 to 6 feet under the hatch combings so that a very large percentage of the ship's cargo can be taken out without hand labor.

The cleaning up of the boats, except in the case of some of the most modern ones, requires a certain amount of labor to scrape the material into a position that the same may be handled by the grab buckets.

Each machine of the plant shown on the drawing has a capacity of about eighty trips per hour, and the bucket will average over a complete cargo, about 4 1/2 tons to the trip, so that each machine will have an average output of about 350 tons per hour. The cost of handling material with a machine of this kind is about 1 cent per ton. This figure includes all delays and operating labor, together with the wages of the shovelers who are required by the unions to remain in the boats when the machines are working, whether they are actually required or not. It does not however include the interest and depreciation on the plant, which would probably bring the total cost of handling up to about 2 to 2 1/2 cents per ton. Where a large portion of ore is handled for railway shipments, the general arrangement as shown on drawing No. 1, dividing the plant into short Fast Plant Unloaders and a Bridge for storage, has been found to be most economical, but in cases where the ore is to be put into stock, or put directly into the furnaces, the fast plant machine is often not employed and the Bridge Crane equipped with a Man Trolley is arranged to work in the vessel. The general outlines of such a plant is shown on the lower portion of drawing No. 1 and is a general layout of the Buffalo & Susquehanna Iron Company's plant at Buffalo, N. Y. These machines are equipped with Man Trolleys operating a 5-ton grab bucket, and arranged to work over storage piles and also designed so that the ore may be discharged into a system of bunkers from which it can be drawn and taken by mechanical means to the furnace top.

The Grab Buckets referred to have all been of the type operated by ropes, and in this connection it is interesting to note ano-

ther type of unloading machine, which has been developed. In this machine the grab bucket is carried on a rigid arm and arranged to be raised and lowered vertically into the hold of the vessel. By a system of balanced beams the bucket is raised and lowered, and carried back to the face of the dock where it is discharged. This principle is entirely different from the other unloading machines on the lakes. The operator is located in the vertical arm directly over the bucket, and moves with the bucket itself. Many maintain that more efficient work can be accomplished by means of this type than by those where the grab buckets are carried and operated on wire ropes. The machines of the above type which are in operation, have all been made with a grab bucket having a capacity of ten tons, and the first plants which were installed were operated by hydraulic power. This was found not satisfactory, on account of the leakages and losses so common to this class of machinery, and during the past two or three years the machinery has been re-modeled and designed to be operated by electricity, with more satisfactory results. In this machine, which is known as the « Stiff Leg Unloader » the bucket is also arranged so that same may be turned and opened in an athwartship or fore and aft direction, with respect to the boat, as described with the other type of unloader. These machines are designed to have a speed of forty trips per hour, and their buckets, when working in ore, well adapted to the grab bucket, will take their full capacity. In equipments of this type the wheel loads which are always to be considered along a dock front, are necessarily very much greater than those of the unloaders with the rope operated buckets. This is due to the heavy beams and arms which are required, and which overhang the dock front to the distances necessary for reaching every part of the ship's hold. Furthermore, the motions are necessarily slower and consequently, to obtain the same output per hour, the buckets have to be proportionately larger than in the other types.

The two plants described above are typical of what is today known as the most efficient unloading machinery.

Although plants at the present time are being built to be operated by steam power, electricity has been found more flexible and in many other ways more desirable than the individual steam plants which require constant attention and necessitate extra men about the plants to care for the boilers, piping, etc.

At the present time the control of the electric force is yet far from perfect, but still excellent results are being obtained, and electricity is found to be well adapted for rapid acceleration, which is an important factor in all of the machinery of this kind where heavy loads have to be accelerated and handled with the greatest speed possible. In machinery of this description the most satisfactory force has been direct current electricity, little having been done with the alternating current in this field. The question of acceleration is better taken care of by the direct current machines than by the alternating current motors. Several of the large electrical companies at present are endeavoring to design a satisfactory variable speed motor for this service, but as yet, very few alternating current motors have actually been put into this service.

In all of my above remarks I have dealt entirely with the machinery handling iron ore. This I have done as it represents by far the greatest portion of the lake traffic, but the coal trade is by no means a small factor in the total amount of material handled on the Great Lakes during a season of navigation.

The coal unloading machines have all passed through the same lines of development that the ore plants have, and as may be readily supposed, the grab bucket is as universally used in the unloading of coal cargoes as it is in the iron ore traffic. The types of machines employed are very much the same as the ones used for the handling of iron ore, and are designed to handle grabs having a capacity of about 2 tons.

The question of loading coal into vessels has received during the past ten years, considerable attention. A large percentage of the coal which is loaded into boats is handled either by car dumping machines or from elevated pockets of the same type as is used in the handling of iron ore. Where soft or bituminous coal is handled, the question of breakage is an important one, and the ordinary type of car dumping machine, which elevates the car to a suitable height and dumps the coal into chutes leading directly into the hold of the boats, causes a considerable loss, due to breakage on account of the drop, and the same objection is found in the loading of coal from the elevated pockets. The ordinary coal dumping machine is one with which all are familiar, and I will only describe a type of car dump which has been designed for the purpose of reducing the breakage of the coal to a minimum.

On Plan No. 2 is shown the general outline of one of these equipments. The plant consists essentially of a car dumping machine and two conveyors or cranes arranged to run along the dock front. As may be seen on the drawing, above the car, and connected to the cradle, is a fixed hood or hopper which is divided into six compartments. Each compartment in this hood or hopper is arranged so that when the cradle has been rotated, each compartment of the hood fits into specially designed bottom dump tubs which are arranged on transfer cars running on a track between the car dumper and the conveying machines. The railway car is brought into the cradle of the tippie and held by a specially designed clamping mechanism. In rotating the cradle the coal in the car is transferred to the hood or hopper. This transfer being accomplished without causing the coal to drop. The transfer is analogous to the transferring of a quantity of water from one end of a tube or pipe to the other end when the same is rotated about its center. The compartments of the hood or hopper are further arranged so that when the cradle returns the car, the sides of each of the compartments automatically open and draw away from the coal, leaving same in the specially designed tubs. These tubs are then picked up by the conveying machines and loaded into the ship's hold. The tubs too, are arranged to open at the bottom and are designed, when discharging, not to drop the coal, but to draw away from it just as though the tub had no bottom. This feature makes it possible to lower the tub onto a coal pile and then automatically draw away from it without causing the coal to drop any appreciable distance. With a plant of this character, about thirty standard 50 ton cars can be handled per hour, and the coal loaded into vessels. The conveyors are further arranged to practically do the trimming, so that nearly all the labor in the hold of the boat is saved, and as the conveyors are arranged to move up and down the dock face, it is not necessary to move the vessel after same has been moored.

In what is known as the ordinary car dump, the machine is fixed on the wharf and the vessel has to be moved so as to bring the various hatches under the discharging spout of the tippie. All of the first tippies were designed to be operated by steam power, but at the present time a large part of them are being arranged to be operated by electric force with a considerable saving in operation.

While the development of the grab bucket and the machinery has played a very important part in increasing the speed of handling material, the design of the boats has also been an important factor in the development of quick dispatch. The early boats used on the lakes were of the usual type seen even today on the ocean. The hatches were small and badly located, and it was impossible with these vessels to accomplish much with any mechanical contrivances as it was necessary to bring cargoes from under the decks to the hatch openings. With the advent of the grab bucket it was more necessary than ever, to design boats that could be practically unloaded without resorting to trimming in the hold of the boat, and today the modern lake ore carrier is arranged with a hold which extends the entire available length of the ship; the machinery and boilers being located as far aft as possible, while the bridge and pilot house is as far forward as possible. The hold is equipped with hatches spaced about 12 ft. center to center fore and aft, and each are about 9 ft. \times 45 ft. In large boats that have a carrying capacity of about 10,000 tons, there are from thirty-three to forty-five hatches. With hatches spaced in this manner, there is only about 3 ft. deck space between the hatch combings, and the modern Unloader operating a grab bucket can handle conveniently about 95 % of the ore without resorting to any labor whatsoever in the boat, and the result of the combination of the modern machinery with ships built and designed to work in conjunction with them, has been to develop an equipment which has no equal in the world for speed and despatch. It is not uncommon for a dock such as shown on the drawing No. 1, and described above, to unload a 10,000 ton boat with a plant of four machines in a period of from eight to ten hours.

While wonderful strides have been made in the method of handling iron ore and coal on the Great Lakes, it is equally astonishing to note that practically nothing has been done to better the method of handling general merchandise, of which there is a constantly increasing amount. The general merchandise is handled in exactly the same manner today as it was in the beginning of navigation on these lakes, and there is no field in the problem of handling material which presents greater opportunities for improvement than this. The grain, of which there is also handled a very large quantity, is dealt with in the same manner as it is in other parts of the world, except perhaps

that the elevators at the terminals of the Western wheat countries of America, may be larger and equipped with more efficient machinery than in some of the older ocean ports.

As in the case of the other unloading machinery, electricity has become the most satisfactory force, as it is much more flexible and can be divided and transmitted with greater facility than steam which for so many years was the only power used.

When one considers the equipments which have been erected for the handling of the ore and coal, and realizes the amount of money which has been spent to develop this traffic, it is with surprise that one finds the method of handling general merchandise so antiquated and out of date, and it is the hope of all who are directly interested in the development of this immense inland navigation that the energies and skill of those who have developed the ore and coal trades, will next be given to the much needed improvement of the handling of the general and miscellaneous cargoes which are already another large factor in the commerce of these inland seas.

RICHARD B. SHERIDAN.

PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION

OF

NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

I. Section : Inland Navigation

3. Question

REPORT

BY

SHERIDAN

PLATE I

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{me} Congrès -- Saint-Petersbourg -- 1908

1 Section : Navigation intérieure

3. Question

RAPPORT

PAR

Bela de GONDA

F. N. 10. IV

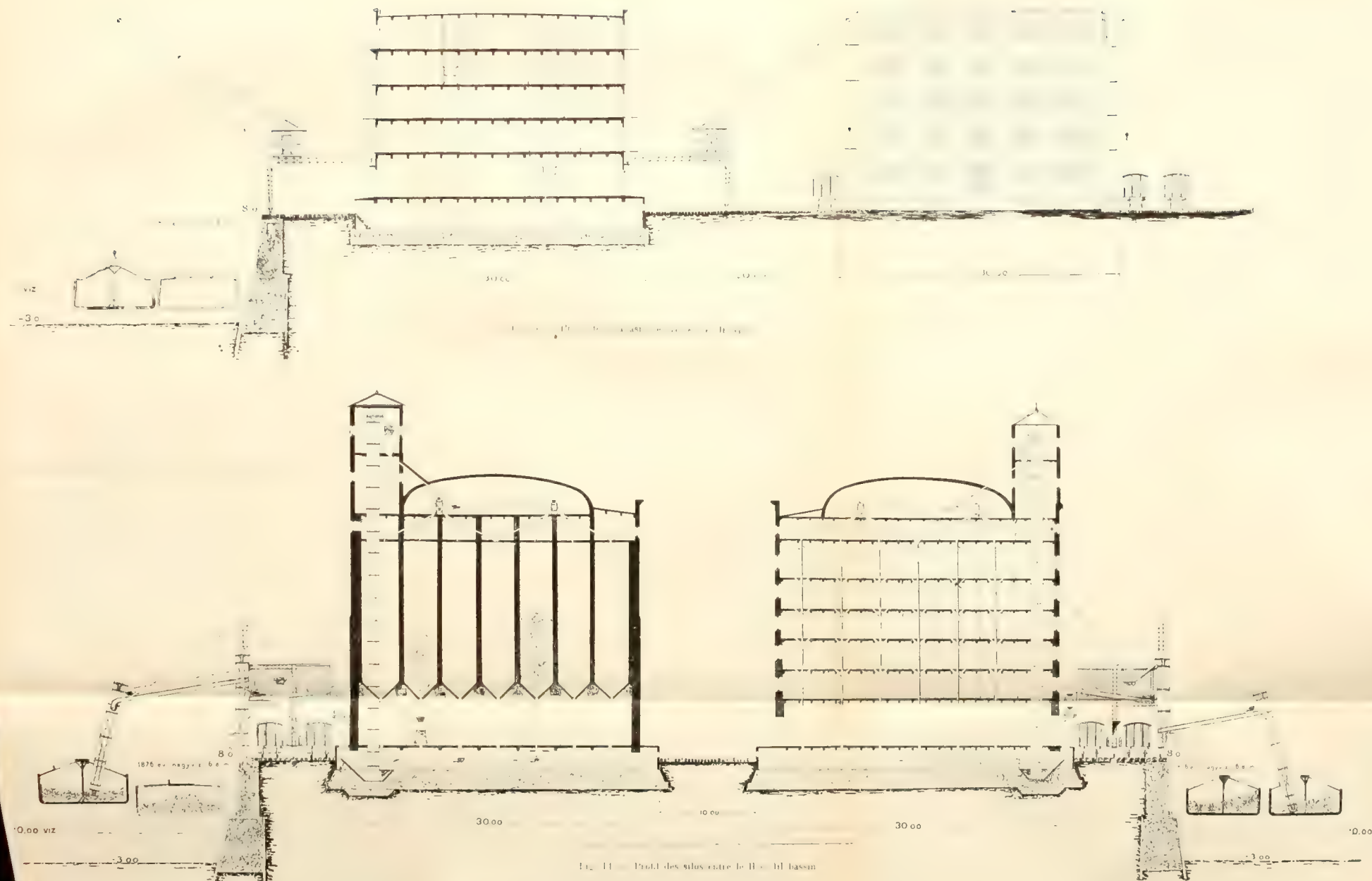


Fig. 11. Profil des silos entre le II^e et III^e bassin

PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION

OF

NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

I. Section : Inland Navigation

3. Question

REPORT

BY

SHERIDAN

PLATE II

PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION

NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

I. Section : Inland Navigation

3. Question

REPORT

BY

SHERIDAN

PLATE II

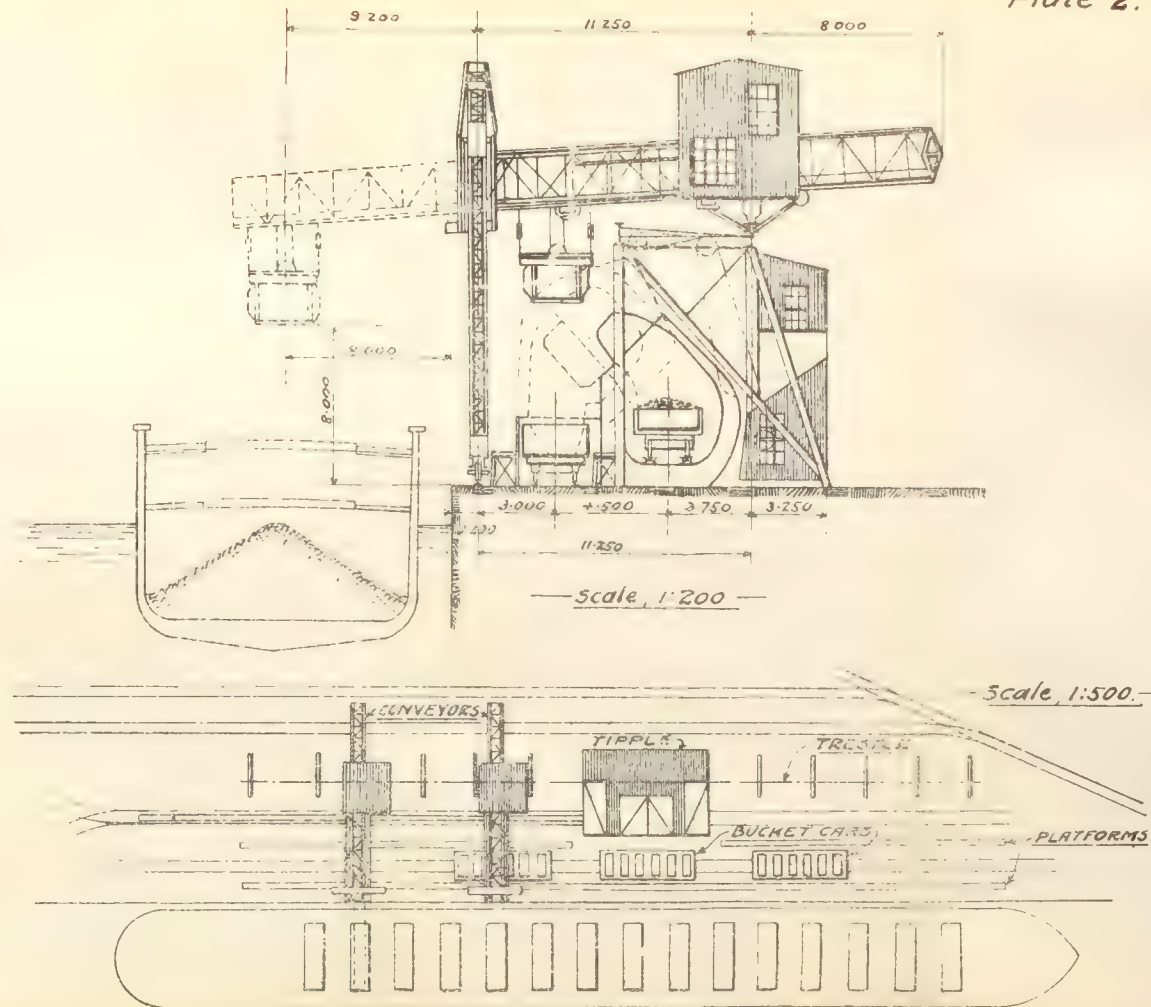
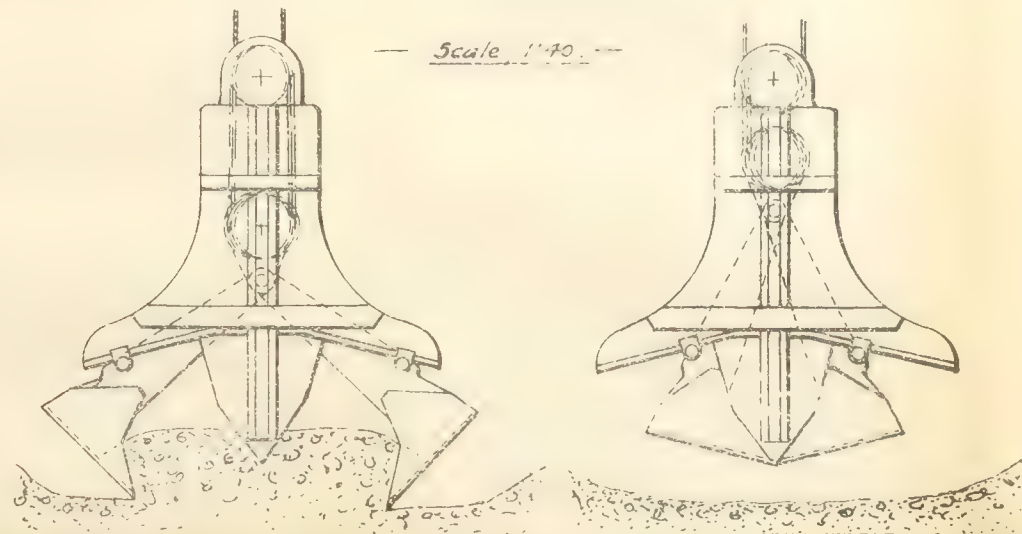
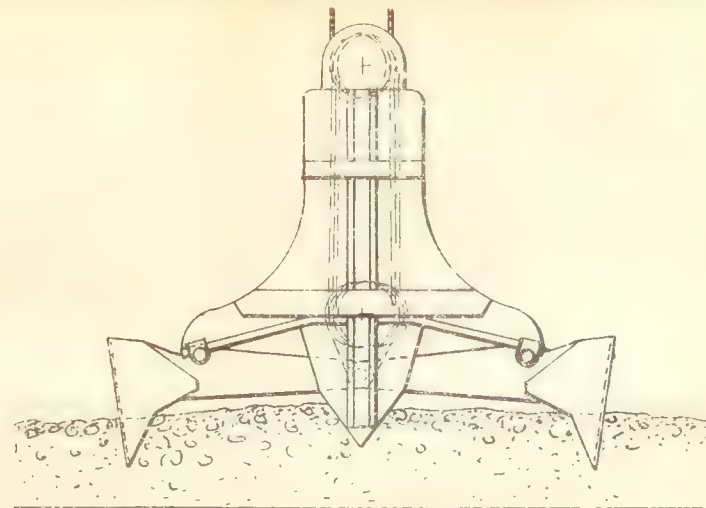


Plate 2.

ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

DES

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{me} Congrès - Saint-Petersbourg - 1908

I. Section : Navigation intérieure

3. Question

Outillage des Ports de Navigation Intérieure

NOTAMMENT

PROGRÈS DE L'OUTILLAGE ELECTRIQUE

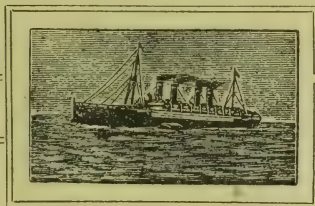
RAPPORT

PAR

R. B. SHERIDAN

Engineer Brown Hoisting Machinery Company

NAVIGARE



NECESSE

BRUXELLES

IMPRIMERIE DES TRAVAUX PUBLICS (SOCIÉTÉ ANONYME)

169, Rue de Flandre, 169

L'OUTILLAGE DES PORTS

SUR LES

GRANDS LACS DE L'AMÉRIQUE SEPTENTRIONALE

Dans l'histoire du progrès industriel, il ne s'est probablement jamais présenté un cas de développement plus intéressant ou plus important que celui de la manutention et du transport par bateau des matières premières sur les Grands Lacs de l'Amérique du Nord, et dans aucune autre partie du monde le transbordement du fret, en vrac spécialement, ne s'effectue avec une telle célérité que sur ces mers intérieures. Les méthodes appliqués le long des côtes maritimes du monde entier sont primitives et surannées lorsqu'on les compare à la manière dont les minerais et les charbons, tout particulièrement, subissent la manutention en chargement et déchargement du bateau moderne des lacs.

Lorsque l'on considère qu'au point de vue commercial ces mers intérieures ont à peine cinquante ans d'âge, l'extension prise par le trafic tient presque du merveilleux. Le minerai de fer, qui représente la plus grande partie du trafic des lacs, fut découvert seulement en 1844 dans la région du Lac Supérieur, et à plusieurs milles de distance, dans l'intérieur des terres, de l'endroit qui est devenu actuellement la cité de Marquette.

Le minerai fut reconnu supérieur en qualité à tout autre minerai d'Amérique, et si les gisements n'avaient pas été aussi éloignés de Pittsburg, le marché principal du fer aux Etats-Unis, la production de fer en Amérique aurait pu être aujourd'hui beaucoup plus grande qu'elle ne l'est effectivement. Les distances et le manque de facilités dans la manutention rendirent le problème de la mise en valeur du minerai fort difficile à résoudre. La pensée ne vint pas aux exploitants des gisements du

District du Lac Supérieur de transporter leurs minerais par bateau jusqu'aux hauts fourneaux des Etats des lacs inférieurs. Ils entreprirent de le fondre en fer dans de petites forges installées dans le voisinage des mines ou sur les rives méridionales du Lac Supérieur, employant du charbon de bois comme combustible.

L'expérience n'eut aucun succès et conduisit à la ruine tous ceux qui s'y risquèrent. Le fer à cette époque-là cotait à Pittsburg environ \$ 70.00 la tonne, et le prix de revient du fer du Lac Supérieur rendu à Pittsburg était d'environ \$ 200.00 la tonne.

Effectuer le transport du minerai eût été un procédé coûteux. Les bateaux du Lac Supérieur ne pouvaient point franchir les chutes du fleuve Sainte-Marie, et tous les chargements expédiés de Marquette devaient être débarqués au point de discontinuité et transbordés de nouveau dans d'autres bateaux pour être amenés à travers le lac Huron jusqu'aux ports méridionaux des Grands Lacs. Ces doubles manutentions augmentaient trop le prix de revient de la matière première pour qu'elle pût être employée en concurrence avec les minerais originaires de la Pennsylvanie et de l'Ohio, et ce ne fut que lorsque le Gouvernement des Etats-Unis compléta en 1855 son système de canaux et d'écluses au Saut-Sainte-Marie qu'il devint possible, commercialement parlant, de transporter les minerais par bateau jusqu'aux lacs inférieurs.

Le premier chargement de minerai ayant passé le canal du Saut-Sainte-Marie, fut transporté par le brig *Columbia*, à la date du 14 août 1855, et comportait 114 tonnes. Le total des chargements durant la dite année s'éleva à 1,449 tonnes. Le commerce des minerais se développa rapidement après qu'on eût ainsi créé le moyen de rendre économiquement à destination ce minerai du Lac Supérieur, mais ce ne fut pas avant 1873 que les chargements en descente des lacs dépassèrent au total, en une même saison, 1 million de tonnes.

Le tableau ci-après, montrant les tonnages de minerai depuis l'ouverture à la navigation du canal Saut-Sainte-Marie, donne un historique intéressant de l'accroissement annuel de cette branche du trafic des Grands Lacs depuis 1855 jusque 1906.

Années	Tonnes (Gross tons)	Années	Tonnes (Gross tons)
1854	3,000	1880	1,908,647
1855	1,449	1881	2,319,469
1856	36,343	1882	2,965,412
1857	25,646	1883	2,352,840
1858	15,876	1884	2,518,693
1859	68,832	1885	2,466,642
1860	114,401	1886	3,565,144
1861	49,909	1887	4,762,107
1862	124,169	1888	5,063,877
1863	203,055	1889	7,292,643
1864	243,127	1890	9,003,725
1865	236,208	1891	7,071,053
1866	278,796	1892	9,072,242
1867	473,567	1893	6,065,716
1868	491,449	1894	7,748,312
1869	617,444	1895	10,429,037
1870	830,940	1896	9,934,828
1871	779,607	1897	12,469,638
1872	900,901	1898	14,024,673
1873	1,162,458	1899	18,251,804
1874	919,557	1900	19,059,393
1875	891,257	1901	20,589,237
1876	992,764	1902	27,571,121
1877	1,014,687	1903	24,281,595
1878	1,111,110	1904	21,822,839
1879	1,375,691	1905	34,353,456

Dans le développement de l'énorme trafic mis en relief ci-dessus sont intervenus trois facteurs, qui ont rendu possible la manutention du tonnage actuellement transporté par bateau pendant les six ou sept mois que dure la saison de navigation.

1° Les facilités de chargement à la tête des lacs.

2° Les installations et l'outillage des points terminus sur les lacs inférieurs où les cargaisons sont déchargées, et

3° La forme des bateaux.

La question du chargement, comme bien l'on suppose, fut la première sur laquelle l'attention se porta, et à ce point de vue, il est intéressant de noter que le dock perfectionné, construit en premier lieu à Marquette vers 1860, a été le modèle d'après lequel tous les ports de trafic important ont construit leurs docks. Le minerai, dans ce premier dock, était contenu dans des poches munies de gaines de chute disposés de manière à conduire le minerai dans les bateaux sous l'action de la gravité. Ce dock avait évidemment une capacité réduite, mais il était le précurseur des énormes docks actuels avec leurs poches et conduits de chute de grande dimension. Les bateaux d'autrefois, par suite de leur mode de construction, ne s'appropriaient pas bien à ce système de chargement, mais néanmoins on le considérait comme de loin le plus rapide et le plus économique.

La longueur de ces docks modernes de chargement atteint généralement 1,000 pieds et davantage, et ils sont établis de manière à s'avancer dans l'eau, afin que les bateaux puissent venir s'y ranger des deux côtés. Les docks sont construits en bois, et comportent des soutes ou des poches se vidant au moyen de conduits de chute qui peuvent être levés ou abaissés au-dessus des écoutilles du bateau. Au-dessus des soutes sont établies deux ou trois voies ferrées s'étendant sur toute la longueur du dock. Ces voies sont disposées de telle sorte que les wagons, dont les parois de fond sont munies de trémies, peuvent être vidés directement dans les soutes ou poches. On multiplie le nombre de semblables poches, afin de pouvoir opérer un triage des différents minerais, et l'on veille à ce que les docks soient toujours sous charge, de manière que les bateaux puissent commencer à embarquer leur cargaison dès le moment où ils sont amarrés au dock. Un bateau du modèle actuel peut embarquer un chargement de 10,000 tonnes en une heure environ.

Le tableau ci-dessous indique la capacité et la longueur des docks les mieux aménagés sur les lacs supérieurs :

RAILWAY	Localité	Numéro du Dock	Nombre de soutes	Capacité (Gross tons)	Longueur du Dock (pi.-ds)
C. & N.W. Ry. . .	Escanaba . .	1	184	24,104	1,104
C. & N.W. Ry. . .	Escanaba . .	6	320	58,000	1,920
C. & N.W. Ry. . .	Escanaba . .	3	226	30,284	1,356
C. & N.W. Ry. . .	Escanaba . .	4	250	32,750	1,500
C. & N.W. Ry. . .	Escanaba . .	5	232	43,152	1,392
C. M. & St. P. Ry. .	Escanaba . .	1	240	50,400	1,500
C. & N.W. Ry. . .	Ashland . .	1	234	42,120	1,404
C. & N.W. Ry. . .	Ashland . .	2	234	25,740	1,404
Wis. Cent. Ry. . .	Ashland . .	1	314	48,356	1,908
D. & Iron Range . .	Two Harb rs.	1	202	40,400	1,388 ⁽¹⁾
D. & Iron Range . .	Two Harbors.	2	208	41,600	1,280
D. & Iron Range . .	Two Harbors.	3	170	34,000	1,054
D. & Iron Range . .	Two Harbors.	4	168	36,960	1,042
D. & Iron Range . .	Two Harbors.	5	168	33,600	1,042
D. M. & N. Ry. . .	Duluth . . .	1	384	57,600	2,336
D. M. & N. Ry. . .	Duluth . . .	2	384	69,120	2,336
D. M. & N. Ry. . .	Duluth . . .	3	384	80,640	2,304
D. S. S. & A. . . .	Marquette . .	1	270	27,000	1,700
D. S. S. & A. . . .	Marquette . .	4	200	28,000	1,200
L. S. & Ishp. . . .	Marquette . .	1	200	36,000	1,232
Great Northern Ry.	Superior . .	1	250	40,500	1,525
Great Northern Ry.	Superior . .	2	350	87,500	2,100
Great Northern Ry.	Superior . .	3	160	40,000	960
Algoma Central Ry.	Michipicoten.	1	12	—	312
Totaux. . .		58	5,744	1,007,826	35,299

(1) 312 pieds de soutes simples, 1,076 pieds de soutes doubles.

Ayant ainsi esquissé rapidement les méthodes de chargement en usage sur les lacs supérieurs, nous arrivons au facteur le plus important, qui fut aussi le plus embarrassant, parmi ceux qui intervinrent dans le développement du trafic des lacs, nous voulons parler des facilités de déchargement.

Il y a quarante ans, les cargaisons pontées de minerai étaient charriées dans des brouettes jusqu'au dock, et quand le minerai était contenu dans la cale du bateau, on l'élevait jusque sur le pont par traction chevaline, et on le déversait ensuite dans des brouettes qui étaient conduites à terres sur des planches établissant la communication entre le bateau et la rive. En 1867, le cheval fut supprimé, et remplacé par une petite machine. Cette substitution fut considérée alors comme une merveilleuse innovation. Le trafic des minerais, à cette époque, commençait à prendre de larges proportions, et les exploitants de docks pouvaient prévoir le moment où il leur deviendrait impossible de faire face aux exigences toujours croissantes imposées par le nombre et le tonnage des bateaux.

Les rivières étaient étroites et conséquemment les facilités des docks limitées ; aussi, quand le tonnage des bateaux vint à augmenter, la dépense et le temps afférents au transport vers l'arrière du minerai débarqué à front du dock devint un facteur sérieux, vu la demande toujours croissante de minerai. La situation empirait, de saison en saison, et tous ceux qui avaient un intérêt direct dans le trafic, recherchaient sans relâche le moyen d'améliorer les méthodes alors en usage.

Bien que des études très actives aient été faites en 1878 en vue d'imaginer un procédé mécanique pour le déchargement des bateaux, ce ne fut pas avant 1880 que l'on construisit le premier déchargeur ayant donné de bons résultats. Cette machine fut montée au port de Cleveland, Ohio. Elle consistait en un câble transporteur unique, supporté par deux pylones, dont l'un se trouvait sur le dock et l'autre à 300 pieds environ en arrière du dock. Le support le plus éloigné de l'eau affectait une forme en A, et était amarré par des haubans à des ancrs fixées dans le sol. Le support de rive, d'un modèle spécial, était monté sur roues circulant sur deux voies ferrées espacées de 24 pieds d'axe en axe. La poussée horizontale, résultant de la tension du câble, était équilibrée par un jeu de galets de butée courant sur une voie spéciale établie à cet effet. Ce pylone de rive était muni, en outre, d'un bras articulé qui pouvait être levé dans une position

verticale ou abaissé au-dessus du bateau. Le déplacement du support de rive s'effectuait à la main et se limitait à un écart de quelques pieds de part et d'autre de la position normale de câble. Le but de ce mouvement latéral du support de rive était de faciliter l'accès des écoutilles sans devoir déplacer continuellement le bateau. Sur le câble courait un trolley, calculé en vue du transport d'un godet d'une capacité d'une tonne. Les divers mouvements du trolley et le levage et la descente du godet étaient commandés par une machine à vapeur, établie près du support d'arrière. Le support de rive était beaucoup moins haut que le support en forme de A, de sorte que le trolley, lorsqu'il retournait vers le bateau était actionné en partie par la gravité, cette action étant maintenue sous contrôle par un contre-poids régulateur. La machine était commandée par un mécanicien placé dans une petite cabine fixée au support en A, à une hauteur suffisante pour avoir sous les yeux le trolley pendant tout son parcours. Le minerai pouvait être déposé en tas sous le câble jusqu'à la hauteur du niveau limite de décharge (*clearance line*) du godet suspendu au trolley. Les godets étaient remplis à la main dans la cale du bateau, élevés ensuite par la machine et vidés sur le monceau d'approvisionnement, ou déchargés directement dans des wagons de chemin de fer.

Lors du début de sa mise en marche, cette machine fut l'objet d'une vive opposition de la part des ouvriers des docks, qui ne voyaient en cette innovation qu'une menace à leur travail quotidien, et l'on chercha par tous les moyens d'entraver son bon fonctionnement. Cependant, ainsi que tous les perfectionnements, elle eut un plein succès, malgré tout ce qui fut dit et fait pour empêcher son adoption.

L'année suivante, deux ou trois autres machines furent construites et mises en marche.

Bien que cette machine constituât une immense amélioration vis-à-vis des anciennes méthodes, elle présentait ce défaut de ne pouvoir couvrir qu'une surface réduite de dépôt.

Les machines suivantes reçurent diverses améliorations. Au lieu d'employer un câble, on adopta une charpente de pont de 180 pieds de portée, et les deux pylones de support furent montés sur roues, de sorte que la machine pouvait être déplacée sur toute la longueur du dock. L'emploi de ces machines se généralisa immédiatement, et en très peu d'années presque tous les docks de déchargement étaient équipés de batteries de semblables déchargeurs.

Grâce à l'emploi de ce nouveau système, il devint possible non seulement de décharger un bateau beaucoup plus rapidement qu'il n'avait jamais été fait antérieurement, mais encore d'approvisionner de grandes quantités de minerai. Les machines construites avec travée entre pylones furent encore allongées par un porte-à-faux en cantilever d'environ 90 pieds de longueur au delà du pylone d'arrière, de sorte que le minerai était approvisionné en deux monceaux parallèles, l'un sous la travée principale avec une capacité d'environ 220 tonnes par pied courant, et l'autre sous la partie en cantilever, vers l'arrière, d'une capacité à peu près équivalente, ce qui donnait un approvisionnement total d'environ 450 tonnes par pied courant de dock. Les minerais, ensuite, étaient repris à nouveau par les machines qui les transportaient des monceaux approvisionnés aux wagons de chemin de fer. Cette seconde opération s'effectuait lorsqu'il n'y avait point de bateau à décharger, ou après la fin de la saison de navigation.

L'adoption de ces machines eut pour résultat non seulement d'augmenter notablement la rapidité du travail de manutention des bateaux, mais encore de réduire le coût des opérations de déchargement à un chiffre inférieur à tout ce qu'on avait antérieurement rêvé.

Le prix de revient du remplissage des godets dans la cale n'était pas matériellement affecté par les nouveaux engins. Ce prix variait d'année en année, et il était réglé par les Syndicats ouvriers. En moyenne, le remplissage des godets revenait à environ 13 cents la tonne. Anciennement le coût de la manutention depuis le bateau jusqu'au dock dépendait entièrement de la distance à laquelle le minerai devait être transporté en brouette. L'application des nouvelles méthodes réduisit notablement ce poste de la dépense, et le prix de transbordement du minerai au moyen des nouvelles machines varia de 7/10 à 2 cents par tonne (gross ton), le chiffre dépendant du rapport entre l'énergie utilisée et celle correspondant au maximum de rendement de l'installation.

Le pont déchargeur, actionnant les godets ordinaires, devint le type reconnu pour l'outillage des docks, et durant des années sa structure et sa manœuvre, dans leurs grandes lignes, subirent peu ou pas de modifications. De temps en temps on fit une tentative en vue de l'emploi de godets à grappins au lieu des godets remplis à la main, afin de réduire ainsi le poste le plus

onéreux dans les frais de déchargement. Bien que le godet à grappins eut été appliqué avec d'excellents résultats à la manutention des charbons, il n'existait pas de godet de ce modèle capable de manipuler les blocs durs du minerai amené en descente des lacs, et ce ne fut que lorsque l'on comença à traiter les minerais tendres du Masaba, il y a environ 12 ans, qu'un godet à remplissage automatique put être avantageusement employé à l'intérieur de la cale des bateaux. Comme la consommation de ce minerai tendre augmentait de jour en jour, on renouvela les expériences au moyen de godets à grappins, et il y a huit ans environ la première installation de l'espèce, travaillant avec de bons résultats, fut montée à Chicago.

L'installation comprenait quatre machines construites d'après le modèle général de la plupart des déchargeurs établis sur les lacs à cette époque, et qui étaient destinées à transborder le minerai des bateaux immédiatement dans des wagons de chemin de fer circulant sous les supports des machines.

L'avènement du godet à grappins dans la manutention des minerais marqua une transformation radicale, non seulement, dans la structure générale des engins de déchargement, mais également dans le modèle des bateaux. Jusqu'au moment où l'on mit en œuvre ces godets mécaniques, le minerai avait été déchargé dans des bacs ou godets dont la capacité atteignait une tonne environ. Cette dimension avait été reconnue, à la suite d'essais méticuleux, comme la plus avantageuse au point de vue du travail dans la cale. Pour les nouveaux godets, la question de la grandeur et de la capacité était uniquement résolue par les dimensions des écoutilles des bateaux, et ces godets furent construits de manière à présenter, en position ouverte, le plus grand écartement possible des grappins. Les modèles types, à l'époque actuelle, pour les installations de déchargement sont de 5, 7 1/2 et 10 tonnes, mais le godet de 5 tonnes est probablement le plus universellement répandu.

En ce qui concerne les types de godets à grappins affectés à ce travail, ils diffèrent quelque peu des diverses cuillers à mâchoires employées pendant de si longues années pour la manutention des boues et d'autres matières molles. Ils sont tous du type à deux lames, ou grappins, mais avec arêtes tranchantes lisses. Les dents qu'on avait toujours jugé indispensables, spécialement lorsqu'il s'agissait de manipuler des matières sous forme de blocs, furent supprimées en raison des dégradations qui en ré-

sullaient pour les bateaux. En outre, les arêtes lisses des lames permettaient de vider à fond le bateau, ce qui ne pouvaient pas être fait au moyen de godets à dents.

Les godets à grappins sont du type à double câble, et s'ouvrent et se ferment à peu près de la même manière que ceux qui ont été en usage pendant les vingt dernières années, exception faite pour un seul modèle. La structure et le principe de ce godet spécial sont entièrement nouveaux. Pour le godet à grappins ordinaire, en raison du mouvement de ses lames tranchantes, le remplissage complet dépend dans une large mesure du poids propre de ce godet. Le nouveau godet dont il est question est disposé de telle manière que son poids propre ne joue qu'un rôle négligeable dans son bon fonctionnement. Un godet de 5 tonnes de ce modèle, en position ouverte, réalise un écartement de 14 pieds entre ses deux lames tranchantes. Ces lames, dans la dite position, sont sensiblement verticales et, en se refermant, elles conservent cette position verticale pendant près de la moitié de leur course, et leur action sur la matière à décharger, pendant cette période, est une action de grattage. Pendant la période correspondant à la première moitié de leur course, elles ont de la sorte entassé entre elles une certaine quantité de matière et, à ce moment, leur mouvement se transforme en une rotation qui a pour effet de les refermer en dessous du volume de matière qu'elles avaient rassemblé. Les proportions du godet sont choisies telles que le volume de matière entouré par les lames soit approximativement égal à la capacité du godet. Ce godet à lames également, par sa construction, s'approprie admirablement à un nettoyage complet du fond du bateau, puisqu'il peut travailler sur un planher sans l'endommager en aucune façon. Un de ces godets est représenté, d'une manière simplifiée, sur la planche n° 2.

L'adoption du godet à grappins amena encore une autre modification dans la disposition générale de l'outillage de déchargement. Les machines de commande des déchargeurs avaient, jusqu'à cette époque, toujours été placées dans une cabine fixe, et leur manœuvre était confiée à un mécanicien occupant un point fixe de l'installation. Le godet à grappins, en vue de sa manœuvre satisfaisante, ne requiert pas en pratique la présence d'un homme dans la cale, et les ouvriers avertisseurs, qui étaient nécessaires lorsqu'on manœuvrait les bacs ou godets remplis à la main, devinrent inutiles par l'emploi des

godets mécaniques, et conséquemment on trouva qu'il y avait avantage à ce que le mécanicien se déplaçât avec la charge, de façon à ce qu'il puisse voir le godet descendu dans la cale du bateau. En vue de réaliser ce desideratum, les mécanismes de levage et de commande de l'installation furent logés ensemble sur le trolley mobile, et ce type de « man trolley machine » (machine à trolley circulant avec le mécanicien), ainsi qu'on le désigne généralement, est actuellement reconnu comme étant le plus rapide, et ayant le rendement maximum. Bien que des constructeurs eussent, dans une certaine mesure, appliqué l'énergie électrique avant l'adoption des « man trolley machines », et que cette application avait été reconnue comme constituant à de nombreux points de vue un perfectionnement par rapport à la force de la vapeur qui avait eu la prépondérance pendant tant d'années, les machines à trolley avec mécanicien ne pouvaient pas fonctionner d'une manière satisfaisante sans l'emploi de l'énergie électrique, et nous pouvons dire que l'avènement du godet à grappins a également marqué l'application universelle de l'électricité aux installations de déchargement ; mais, comme il a été mentionné plus haut, l'électricité avait été appliquée antérieurement dans une certaine mesure, et on avait été unanime à reconnaître qu'elle réalisait une amélioration sensible vis-à-vis des anciennes méthodes utilisant la vapeur, en ce sens qu'elle supprimait la dépense et la main-d'œuvre relatives à la manutention du charbon, des cendres, de l'eau, etc. Il est au surplus hors de doute que l'électricité serait devenue l'énergie la plus vulgarisée, même sans l'influence exercée par le trolley à cabine de commande.

La disposition générale d'un des docks modernes de déchargement aux Grands Lacs est représentée sur la planche I. La surveillance et la manœuvre du dock dont il s'agit sont conduites par la Pittsburg & Conneaut Dock Company, et d'importantes quantités de minerai de fer y sont soumises à manutention. L'outillage du dock comporte quatre déchargeurs montés sur le bord du dock, et un pont transporteur pour approvisionnement placé en arrière. Les déchargeurs, qui sont munis de trolleys à cabine de commande, travaillent au moyen de godets à grappins de 5 tonnes. Ces machines prennent le minerai dans la cale du bateau et le déchargent, soit dans des wagons de chemin de fer qui peuvent circuler sous les pylones de support de la machine, soit dans une fosse de dépôt ménagée sous la partie prolongée

en cantilever du pont transporteur. Le minerai subit ensuite, de cette fosse, une seconde manutention au moyen du godet à grappins du pont d'approvisionnement. Le godet de cet engin a une capacité de 7 1/2 tonnes, et est disposé de manière à pouvoir décharger le minerai sur un monceau d'approvisionnement qui s'étend sur toute la longueur du dock. Toutes ces machines sont manœuvrées par énergie électrique, et chaque engin est surveillé par un mécanicien. Les godets à grappins des déchargeurs qui travaillent directement dans la cale du bateau sont disposés de telle façon qu'ils peuvent recevoir un mouvement de rotation, afin que le godet, en position ouverte, se présente soit transversalement au bateau, soit suivant l'axe de ce dernier. Par cette disposition le mécanicien dans la cabine du trolley peut placer son godet dans la position la plus favorable pour saisir le minerai, et grâce à l'écartement des grappins, il est possible d'atteindre le minerai placé sous le pont du bateau à 5 ou 6 pieds de distance des surbaux d'écoutille, de sorte qu'un très fort pourcentage de la cargaison peut être déchargée sans main-d'œuvre.

Le nettoyage à fond de la cale, excepté pour quelques bateaux parmi les plus modernes, nécessite une certaine quantité de main-d'œuvre pour ratisser le minerai dans une position telle qu'il puisse être saisi par les godets à grappins.

Chacun des déchargeurs de rive représentés au plan a un rendement d'environ quatre-vingt voyages par heure, et le godet, pour le déchargement d'une cargaison entière, enlèvera en moyenne 4 1/2 tonnes à chaque voyage, de sorte que chaque déchargeur aura un rendement d'environ 350 tonnes à l'heure. Le prix de revient de la manutention des matières à décharger est d'environ 1 C par tonne. Ce chiffre comprend tous délais et opérations, ainsi que les salaires des ouvriers pelleteurs imposés par les syndicats pour rester dans les bateaux pendant que les machines travaillent, leur présence soit-elle actuellement nécessaire ou non. Ce chiffre ne comprend cependant pas l'intérêt et l'usure du matériel, ce qui ferait probablement monter le coût total de la manutention à environ 2 C ou 2 1/2 C par tonne. Lorsqu'une grande partie du minerai est déchargée en vue de l'expédition par chemin de fer, la disposition générale représentée sur la planche n° 1, divisant l'installation en une batterie de déchargeurs rapides de courte portée, et un pont transporteur pour approvisionnements, a été reconnue comme la plus économique; mais lorsque le minerai doit être mis en stock, ou conduit direc-

tement aux hauts fourneaux, la batterie de déchargeurs rapides n'est souvent pas employée, et le pont transporteur muni d'un trolley à cabine est destiné à travailler directement dans le bateau. La figure inférieure de la planche n° 1 montre la disposition générale de semblable pont transporteur, et constitue la reproduction schématique de l'installation de la Buffalo & Susquehanna Iron Company, à Buffalo, N. Y. Ces machines sont munies de trolleys à cabine, commandant un godet à grappins de 5 tonnes, et leur disposition permet de travailler aux monceaux d'approvisionnement, et en même temps de décharger le minerai dans un système de soutes d'où il peut être repris et conduit mécaniquement jusqu'au gueulard des hauts fourneaux.

Les godets à grappins dont il a été question jusqu'ici étaient tous du type à commande par câbles, et, à côté de ceux-ci, il est intéressant de noter un autre type de déchargeur qui a été également appliqué. Dans cette machine le godet à grappins est porté par un bras ou montant rigide, et ce godet est disposé de manière à pouvoir être levé et abaissé verticalement dans la cale du bateau. Au moyen d'un système de poutres de suspension équilibrées, le godet est monté et descendu, et après déchargement ramené vers le parement antérieur du dock. Le principe est entièrement différent de celui des autres déchargeurs fonctionnant sur les lacs. Le mécanicien est logé dans le montant vertical directement au-dessus du godet, et se déplace avec le godet lui-même. Beaucoup de personnes soutiennent que l'on peut obtenir, au moyen des machines de ce type, un plus grand rendement que par l'emploi des machines à godet à grappins supporté et commandé par câbles métalliques. Les déchargeurs du type qui vient d'être décrit sont tous munis d'un godet à grappins d'une capacité de dix tonnes, et les premières installations de ce genre étaient actionnées par puissance hydraulique. L'eau sous pression n'ayant pas donné des résultats satisfaisants, en raison des fuites et pertes si communes à ce genre de commande, les installations furent transformées au cours de ces deux ou trois dernières années, en vue de leur commande par énergie électrique, laquelle conduisit à des résultats beaucoup meilleurs. Dans cette machine, connue sous le nom de « Stiff Leg Unloader » (déchargeur à montant rigide), le godet est également disposé de manière à pouvoir être tourné et ouvert dans le sens longitudinal ou transversal du bateau, ainsi qu'il a été décrit dans l'autre système de déchargeur. Ces machines sont

construites pour fonctionner à la vitesse de quarante voyages par heure, et leurs godets, quand ils travaillent dans le minerai, lequel s'approprie bien à leur fonctionnement, peuvent prendre leur pleine charge. Avec un outillage de ce système, les charges sur essieux, dont il faut toujours tenir compte sur le bord du dock, sont nécessairement beaucoup plus fortes que celles des déchargeurs à godets actionnés par câbles. Ceci résulte des poutres et montants très lourds entrant dans la construction de la machine, et surplombant le parement antérieur du dock jusqu'aux distances voulues pour atteindre toutes les parties de la cale. En outre, les mouvements de l'engin sont nécessairement plus lents, et en conséquence, pour obtenir le même cube de déchargement par heure, la capacité des godets doit être proportionnellement plus grande que dans les autres systèmes.

Les deux outillages décrits ci-dessus constituent les types de déchargeurs reconnus actuellement comme ayant le meilleur rendement.

Bien qu'aujourd'hui encore on construise des engins devant fonctionner par la force de la vapeur, on est d'avis que l'énergie électrique est plus souple et à divers points de vue plus avantageuses, les engins à vapeur nécessitant une attention continuelle et des hommes spécialement affectés au service des chaudières, de la tuyauterie, etc. A l'époque actuelle le contrôle de l'énergie électrique est encore loin d'être parfait, mais néanmoins d'excellents résultats sont obtenus, et l'électricité est reconnue comme s'appropriant bien à une accélération rapide, laquelle constitue un facteur important dans toutes les machines de l'espèce où de lourdes charges doivent être manipulées avec la plus grande vitesse possible. Dans les outillages de cette catégorie, l'électricité sous courant continu constitue l'énergie la plus satisfaisante, l'application des courants alternatifs n'ayant guère été étudiée dans ce domaine. La question de l'accélération est mieux résolue par les machines à courant continu que par les moteurs à courant alternatif. Plusieurs des grandes compagnies d'électricité s'efforcent actuellement de trouver, en vue de semblable application, un bon moteur à vitesse variable, mais jusqu'à présent très peu de moteurs à courant alternatif ont été mis en service pour la commande de déchargeurs.

Je me suis borné, dans tout ce qui précède, à examiner l'outillage servant à la manutention des minerais de fer. J'ai tenu compte en cela que ce minerai représente de loin la plus grande

partie du transit des lacs, mais néanmoins le commerce des charbons constitue également un facteur important dans le trafic total des Grands Lacs pendant une saison de navigation.

Les machines servant à transborder les charbons ont passé toutes par les mêmes phases de développement que les déchargeurs à minerai, et, ainsi qu'on peut supposer aisément, le godet à grappins est aussi universellement employé pour le déchargement des charbons que pour celui des minerais de fer. Les types de machines en usage sont sensiblement les mêmes que ceux employés pour la manutention des minerais de fer, et ces machines sont construites en vue du fonctionnement de godets à grappins ayant une capacité de deux tonnes environ.

La question du chargement des charbons dans les bateaux a été prise sérieusement en considération pendant ces dix dernières années. Un fort pourcentage du charbon est embarqué, soit au moyen de machines à culbuter les wagons, soit au moyen de soutes surélevées du même type que celles employées pour le chargement des minerais de fer. Lorsqu'il s'agit de charbon tendre ou bitumineux, la question du bris est très importante, et le type ordinaire de la machine à culbuter les wagons, laquelle élève le wagon jusqu'à la hauteur requise et déverse ensuite le charbon dans des conduits de chute aboutissant directement dans la cale des bateaux, entraîne une perte considérable due au bris pendant la chute. La même objection existe pour le chargement du charbon au moyen de soutes surélevées. La machine servant à charger les charbons est bien connue, et je me bornerai à décrire un type de culbuteur de wagons qui a été imaginé dans le but de réduire le bris du charbon à un minimum.

La disposition générale d'un de ces engins est représentée sur la planche n° 2. L'installation se compose essentiellement d'un culbuteur de wagons et de deux transporteurs ou grues destinés à circuler sur le front du dock. Ainsi qu'on peut voir sur le dessin, au-dessus du wagon, et fixé au culbuteur, se trouve un capuchon formant trémie, divisé en six compartiments. Les compartiments de ce capuchon sont disposés de manière que, lorsque le culbuteur a basculé, chacun d'eux vient s'adapter exactement dans des caisses spéciales à fond mobile, qui sont disposées sur des wagons *ad hoc* circulant sur une voie établie entre le culbuteur et les transporteurs. Le wagon de chemin de fer est amené dans le culbuteur et maintenu par un mécanisme spécial à griffes. En basculant le culbuteur, le charbon passe

du wagon au capuchon. Ce déplacement s'effectue sans que le charbon soit soumis à une chute. Le mouvement est analogue à celui d'un volume d'eau se déplaçant de l'une extrémité à l'autre d'un tuyau, lorsque ce tuyau subit un mouvement de rotation autour de son centre. Les compartiments du capuchon sont encore disposés de telle manière que lorsque le culbuteur renverse le wagon, les côtés de chacun des compartiments s'ouvrent automatiquement et s'écartent du charbon, en laissant celui-ci dans les caisses à ce destinées. Ces caisses sont ensuite enlevées par les transporteurs et déchargées dans la cale du bateau. Les caisses sont également construites de manière à pouvoir s'ouvrir par le fond, et disposées de telle façon qu'en se déchargeant, elles ne laissent pas tomber le charbon, mais s'écartent de lui précisément comme si elles étaient dépourvues de fond. Ce détail permet de descendre la caisse sur un tas de charbon, et de l'en éloigner ensuite sans que le charbon ait à subir de chute sur une distance appréciable. Au moyen d'une installation de l'espèce, environ trente wagons du type courant de 50 tonnes peuvent être déchargés en une heure, et le charbon embarqué à bord des bateaux. Les transporteurs sont en outre destinés à exécuter pratiquement le travail d'arrimage, de sorte qu'on épargne presque entièrement la main-d'œuvre dans la cale du bateau ; et, comme les transporteurs peuvent circuler le long du dock, il n'est pas nécessaire de déplacer le bateau après son amarrage à la rive.

Dans le type ordinaire de machine à culbuter les wagons, l'en-gin est invariablement fixé au quai et le bateau doit être déplacé de façon à amener les diverses écouilles sous le bec du culbuteur. Les premiers culbuteurs marchaient à la vapeur, mais actuellement la plupart sont commandés par énergie électrique. d'où résulte une économie considérable dans leur fonctionnement.

Bien que le perfectionnement du godet à grappins et des mécanismes ait joué un rôle prépondérant dans l'accélération de la manutention des matières premières, la forme des bateaux a été également un facteur important dans le développement des expéditions rapides. Les anciens bateaux employés sur les lacs étaient du type ordinaire qu'on rencontre actuellement encore sur l'océan. Les écouilles étaient petites et leur emplacement défectueux ; aussi était-il impossible, avec ces bateaux d'arriver à un bon résultat par des procédés mécaniques, car il était nécessaire de déplacer le chargement de des-

sous les parties pontées jusqu'au droit des écoutilles. Ensuite de l'adoption du godet à grappins, il devint plus nécessaire que jamais de construire des bateaux qui pussent être déchargés sans qu'il faille avoir recours à une main-d'œuvre de désarrimage dans la cale ; aussi, actuellement, les bateaux modernes pour le transport des minerais sur les Grands Lacs présentent une cale qui s'étend sur toute la longueur utile du bateau ; les machines et les chaudières sont disposées le plus en arrière possible, tandis que la passerelle du commandant et la cabine du timonier sont placées le plus près possible de l'avant. On accède à la cale par des écoutilles espacées de 12 pieds environ d'axe en axe de l'avant vers l'arrière, et chacune d'elles mesure environ 9 pieds × 45 pieds. Semblables écoutilles sont au nombre de trente-trois à quarante-cinq dans les grands bateaux ayant une capacité d'environ 10 000 tonnes. Lorsque les écoutilles sont ainsi disposées, la largeur des parties pontées qui les séparent est réduite à 3 pieds entre surbaux, et le déchargeur moderne actionnant un godet à grappins peut opérer convenablement la manutention des 95 centièmes environ du minerai sans avoir recours à aucune main-d'œuvre à l'intérieur du bateau. Ainsi l'application des mécanismes modernes, combinée à la construction de bateaux spécialement appropriés au bon rendement de ces mécanismes, ont eu pour résultat le développement d'un outillage qui n'a pas d'égal dans le monde entier au point de vue de la célérité. Il n'est pas exceptionnel, au moyen d'un dock semblable à celui représenté sur la planche I et décrit plus haut, de décharger un bateau de 10.000 tonnes avec une batterie de 4 déchargeurs en huit à dix heures de temps.

Alors que des progrès merveilleux ont été réalisés dans les méthodes de manutention des minerais de fer et des charbons sur les Grands Lacs, il est également étonnant de noter que rien pratiquement n'a été fait en vue du perfectionnement de la manutention des autres produits dont la quantité s'accroît d'une manière continue. Les marchandises diverses sont manipulées aujourd'hui exactement de la même manière qu'à l'origine de la navigation sur ces lacs, et cependant il n'est point, dans le problème de la manutention des produits de champ qui se prête mieux à une amélioration. Les grains, qui constituent également une fraction notable du trafic, sont traités de la même manière que dans les autres parties du monde, excepté peut-être que les élévateurs aux points terminus des régions de l'Ouest

riches en froment, ont des dimensions plus grandes et des rendements meilleurs que dans certains des anciens ports maritimes.

De même que pour les autres engins déchargeurs, l'électricité est devenue l'énergie la plus satisfaisante, ensuite de ce quelle présente une souplesse beaucoup plus grande et peut être divisée et transmise avec bien plus de facilité que la vapeur, qui a été la seule force utilisée durant tant d'années.

Lorsque l'on considère les outillages qui ont été construits en vue de la manutention des minerais et des charbons, et qu'on se représente les sommes énormes qui ont été dépensées pour développer ce trafic, on est surpris de constater que les méthodes employées pour la manutention des marchandises en général sont si anciennes et si surannées ; aussi, tous ceux qui sont directement intéressés dans l'extension de cette vaste navigation intérieure espèrent-ils fermement que les énergies et les facultés des techniciens qui ont développé le commerce des minerais et des charbons s'orienteront maintenant vers les améliorations les plus urgentes que nécessite la manutention des cargaisons diverses qui, à l'époque actuelle, constituent déjà un élément important du trafic de ces mers intérieures.

SHERIDAN.

ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

DÈS

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{me} Congrès ~ Saint-Pétersbourg ~ 1908

I. Section : Navigation intérieure

3. Question

RAPPORT

PAR

SHERIDAN

PLANCHE I

ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^e Congrès - Saint-Petersbourg - 1908

I Section : Navigation intérieure

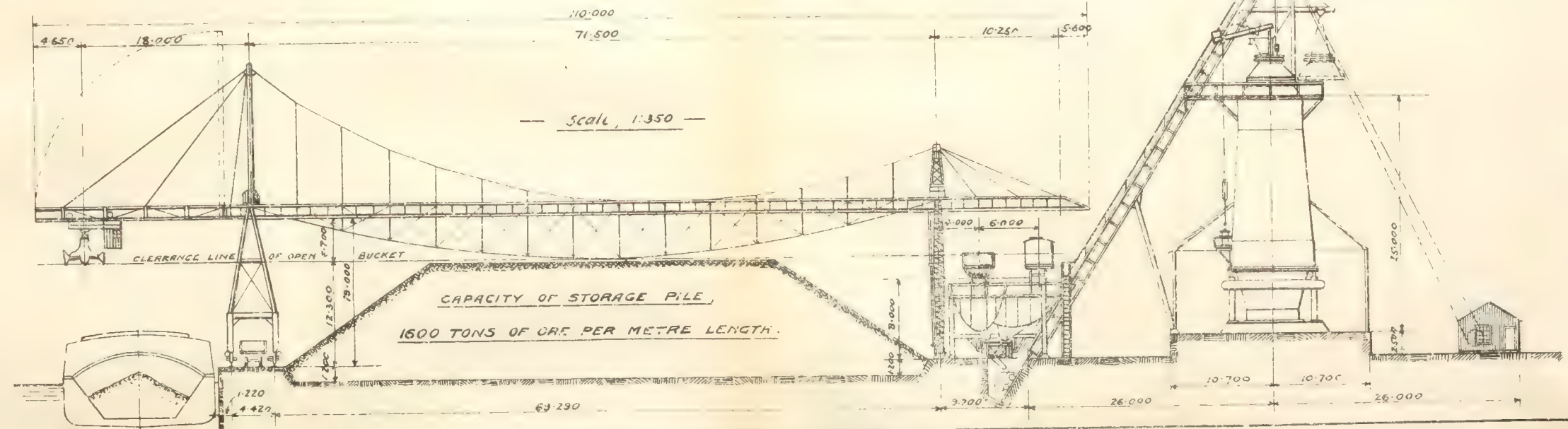
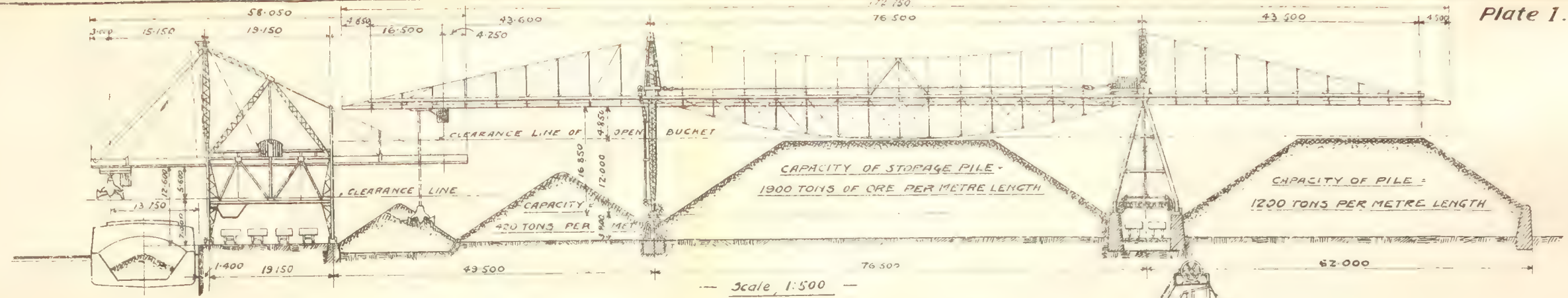
3. Question

RAPPORT

SHERIDAN

PLANCHE I

Plate 1.



ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

DES

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{me} Congrès - Saint-Petersbourg - 1908

I. Section : Navigation intérieure

3. Question

RAPPORT

PAR

SHERIDAN

PLANCHE II

ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{ème} Congrès - Saint-Petersbourg - 1908

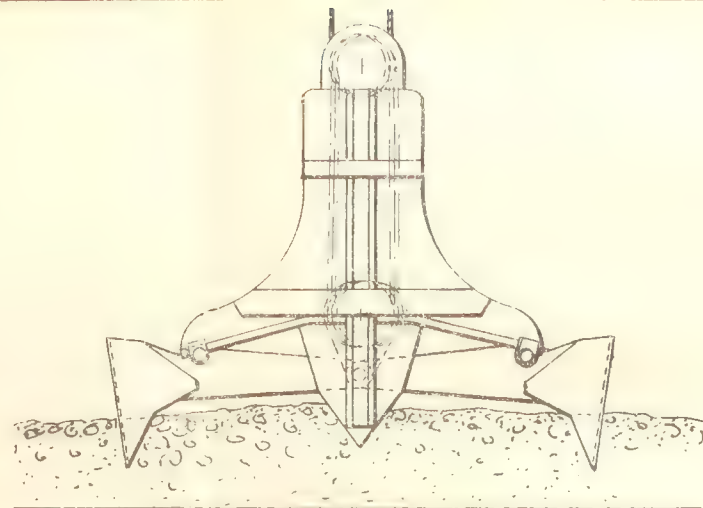
I Section : Navigation intérieure

3. Question

RAPPORT

SHERIDAN

PLANCHE II



Scale, 1:40.

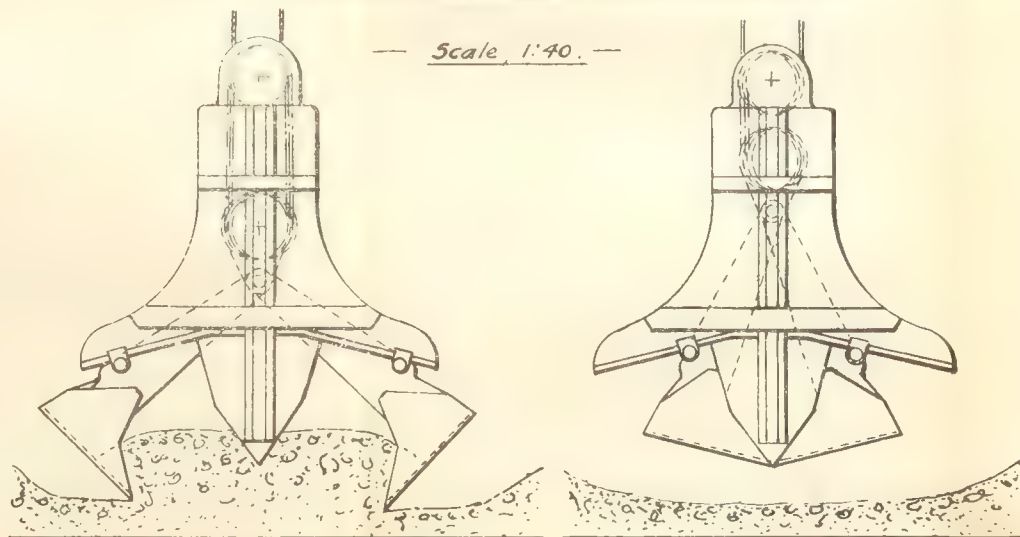
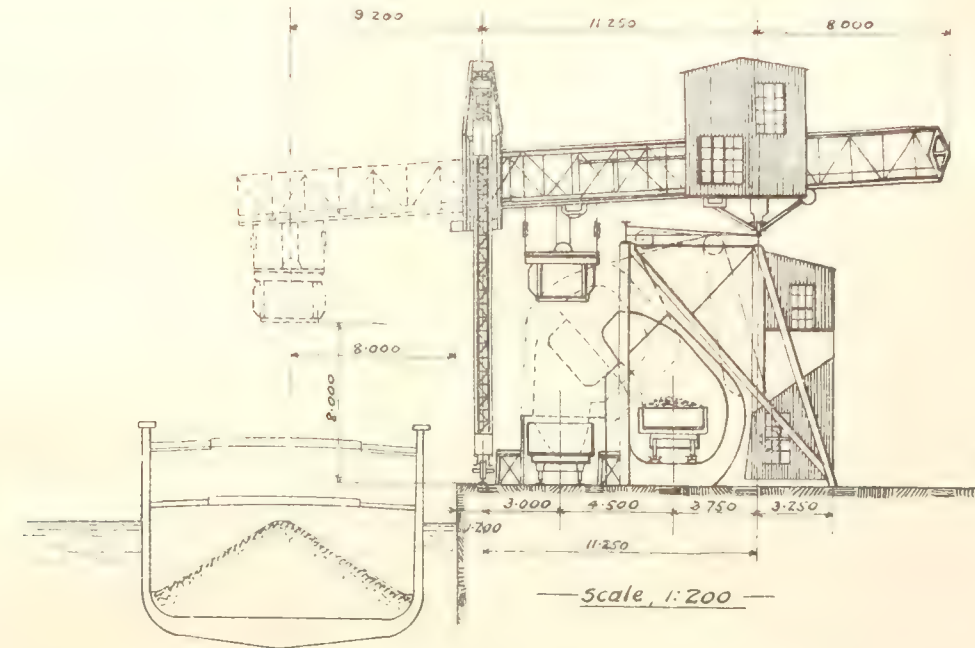
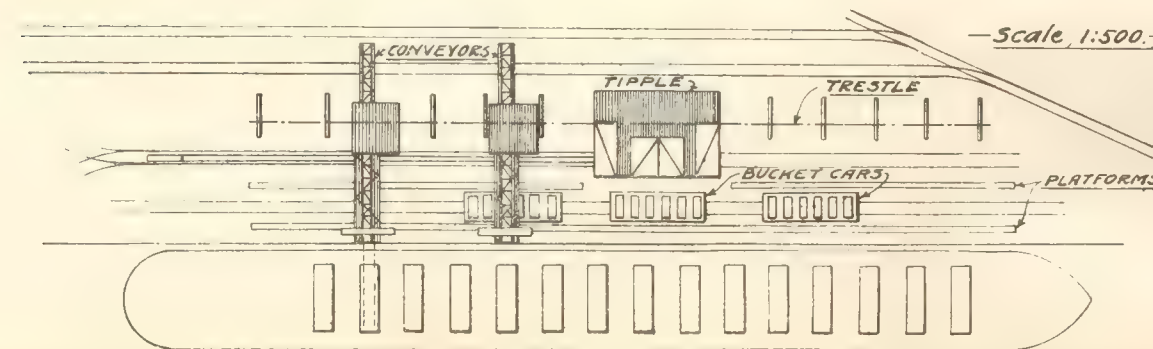


Plate 2.



Scale, 1:200



Scale, 1:500.

PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION
OF
NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

I. Section : Inland Navigation
3. Question

Equipment of Ports of Inland Navigation

ESPECIALLY THE
ADVANCE MADE IN ELECTRIC PLANTS

REPORT

BY

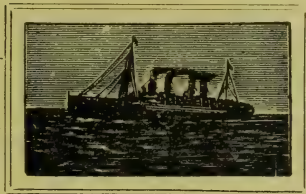
B. GERVAIS

AND

L. TSIMBALENKO

Ingénieurs des Voies de Communication

NAVIGARE



NECESSE

BRUSSELS

PRINTING OFFICE OF THE PUBLIC WORKS (CO, LTD.)
169, rue de Flandre, 169

INLAND NAVIGATION PORTS

IN RUSSIA

FIRST PART

The main object of a port of inland navigation is to insure the quickest and most economical transfer possible of goods between waterways and landways.

For this purpose the port should offer, first of all, a water surface sufficiently large and convenient for boats to lie afloat, either moored or at anchor, as well as places alongside of which they can tie up ; furthermore, there must be in cold countries well protected shelters where the river fleet can winter.

As the operations of the port develop, the latter must be connected with the railway and highway systems and be provided with a mechanical equipment, with storehouses, etc.

The equipment of nearly all the Russian inland ports is in a very primitive condition ; this is owing to various causes, chief among them being the low cost of hand labor.

A water surface barely sufficient for manœuvring and anchoring boats, an often insufficient length of quays and a nearly always absence of any mechanical outfit are the characteristic features of most of the Russian inland navigation ports.

The largest of these ports are provided with railways which connect them with the railway system of the Empire.

The amount of freight handled at a few of these ports during the season of navigation exceeds 2,000,000 tons.

More than thirty ports handle from 250,000 to 2,000,000 tons, and more, a year. Such are :

Ports with a movement exceeding 250,000 tons : On the Volga, Tver, Kostroma, Sygran-Batraky, Kamyshine ; Perm on the Kama ; Oufa on the Biélaïa ; Riasan on the Oka ; Moscow on the Moskva ; Kiev, Tcherkassy, Krementschoug, Iekaterinoslaw, Alexandrowsk on the Dniéper ; Nikolaiev on the Southern Boug ; Kowna on the Nieman ; Pskov on the Vélikaïa.

Ports with more than 500,000 tons : Kineschma, Kazan, Samara on the Volga ; Rostov on the Don.

Ports with more than 1,000,000 tons : Rybinsk, Iaroslavl, Saratov, Astrakhan on the Volga ; Kherson on the Dnieper ; Iourbourg on the Nieman ; Arkhangelsk on the Northern Dwina.

Ports of 2,000,000 tons and upwards : Saint-Petersburg on the Neva ; Nijni-Novgorod and Tsaritsin on the Volga ; Riga on the Western Dwina.

Most of the existing ports were constructed and are operated by the State, a few of them only having been established at the expense of cities.

The most important ports recently constructed or now under construction were undertaken by the State. For example : the construction of the port of Alexandrowsk on the Dnieper was finished in 1906 ; that of the port of Tchérépowetz on the Cheksna was begun in 1904 ; work has been going on since 1905 at the ports of Kineshma and Samara on the Volga. The construction of the ports of Warsaw and Sandomir on the Vistula is just now coming to an end.

A few winter harbors of refuge have been constructed or improved during the same period, for example : Sormovo on the Volga ; Rybnitzka on the Dniester ; on the Kama, etc.

The following are the elements of a few ports mentioned above :

NAME OF		Surface of water in sq. metres	Length of space for tying up in metres	Freight movement per year in tons
RIVER	PORT			
Volga	Kineschma	73,000	1,500	170,000
Volga	Samara	235,000	3,300	835,000
Dnieper	Alexandrowsk	120,000	2,500	600,000
Cheksna	Tcherepowetz	110,000	2,500	600,000

The ports Kineschma, Samara and Tcherepowetz will be connected to the railway system ; that of Alexandrowsk is so already.

The State has in view the soon construction of the following ports : Twer, Nijni-Novgorod and Kazan on the Volga ; Moscow on the Moskva and Perm on the Kama.

The costs of constructing and operating ports laid out by cities are covered and paid off by special taxes on the boats which lie or touch at these ports.

Up to the present time the ports constructed by the State are free ; but, in accordance with a new law approved in 1904, taxes will soon be collected in the ports already provided with a safe and roomy water surface and with lines of quays.

The construction of ports on the rivers of Russia encounters many difficulties on account of the great difference, sometimes 15 metres and more, between high and low water and of the necessity of protecting most of the ports when the ice breaks up. The pressure of the ice is sometimes enormous : a field of ice 650 metres long by 320 metres wide struck the ice-breaker of the winter harbor of Sormovo, near Nijni-Novgorod, in 1903.

The ice-breakers intended to protect ports against ice must be very strongly built. Those at the port of Sormovo, for example, are each made of 86 piles driven to a depth of 7 metres, and the upper part loaded with stone.

The total freight movement of the inland ports of Russia is, at the present time, about 40,000,000 tons a year, and the total tonnage of the river fleet which carries this freight exceeds 13,500,000 tons.

So it is seen that the inland navigation ports of Russia cannot, in spite of their great economic importance, furnish answers at once, in their present state, to the technical and administrative questions asked when the problem of creating a port of this sort is brought up. On the other hand, the inland ports of Russia, by reason of the development which the idea of their establishment at many points of the navigable system has taken on during the last few years, give the means of stating accurately the main points of a systematic analysis of the questions which have just been mentioned. This is what the authors of the present report have sought to do in the second part of this article.

SECOND PART

The regular working of a port of inland navigation depends not only upon the constitution of the port and of its equipment, but also, to a great extent, on the happy choice of the forms of operating which direct the general work of the port, draw traffic, facilitate the labors of all its clients and coordinate the action of the different departments which manage it. The examination of these forms and the study of their details are of great importance for the organization of new ports and for the development of those now in existence.

So the study of the many technical questions which come up when a port is to be constructed must be controlled by the general principles of operating which insure regularity in the working of the port.

Without stopping at special points of management for inland navigation ports, an attempt will be made here to characterize the main points which must be considered when complete projects for new ports or for the enlargement of those already in use are to be drawn up.

1. The following question is one of the most important to appear when new ports of inland navigation are to be laid out: must all the work of unloading and all the handling of freight be concentrated at one place or is it more convenient to devote to these operations separate places in the shape of piers or of quays on the river, independent basins, etc.; furthermore, is it necessary to have boats winter in the commercial port proper or should a special basin for wintering be arranged, for example, on the opposite shore?

Setting aside the question of local conditions, it must be noted that the operations of handling freight are divided, in many cities, among several localities (Dresden, Vienna, Prague, Breslau).

Indeed, the equipment of the inland navigation ports of the present day is divided into two parts.

In the first is concentrated the activity of the factories and shops of the riparian centre. This activity is also a great consumer of goods arriving by river. It is the part of the port where the development of the ground, which cities let out for constructions often costing several millions, is the predominant

feature. It is very important, for the convenient operating of industrial establishments, to have free access to them by water, which involves also the construction of special basins for the direct transfer of freight between the river and the factories and shops.

The second part of the port includes the docks intended for the quick and convenient transfer of freight between the navigable highway and the railways, or for storing it while waiting for an opportunity to send it toward the interior of the country.

Provision must be made for the ulterior development of each of these parts of the port. Independent, special basins must also be built for the commerce of petroleums, wood and other products, as well as a convenient entrance from the water way, and a sufficiently long quay wall, situated near the centre of the city, where small inland navigation vessels, which supply the place with local products, can lie.

2. While the preceding question is under discussion, it is well to consider also whether, for the surface of the port on which vessels are to lie, there should be utilized a part of the bed of the stream or of an arm by building a dyke in the stream, or whether this surface should be obtained by a special basin dug in the shore. Parts laid out on small arms offer, at first sight, certain advantages which consist in the reduction of the cost of execution of earthworks, but, as against this, liberty of choice in the location of the docks is suppressed. Furthermore, by sheltering a part of the stream by a dyke, the risk is run of seeing the alluvia from the upper part of the stream deposited in this space.

3. Railways form a part of the equipment of a port which must not be forgotten, and the development of operations depends almost entirely on the length of the tracks and the good location of the distributing stations.

If, for any reason whatever, railways cannot be included at the very outset, the cost of their construction should be provided for in all cases, and the necessary capital insured.

In case that the port belong to the State, and the railway with a branch to the port belong to a private society, it is very important that the relations to be established between these two administrations be carefully determined beforehand. There is frequently a disagreement between the tariffs of a private enterprise and the cost of water transportation. This question is

very important for the existence of the port. It should be specially studied in each case in accordance with local conditions.

4. It must be recognized that, in ports provided with modern machinery, regularly organized manual work can exist alongside of mechanical means. This fact must be taken into account in reconstructing ports; consequently it is necessary that the project for machinery be so prepared that the transition from hand labor to the use of mechanical processes can be made naturally and be the outcome of the very organization of the port.

This is all the more necessary as each port must possess some quays which allow unloading exclusively by hand under the conditions of regular management of hand labor. Such a project should be preceded by a study of the conditions of the distribution of the local working force and of the wages paid in the neighborhood. Sight must not be lost of the fact that the useful work of mechanical engines (derricks, grain elevators) reaches its maximum if it be continuous, which is difficult to obtain in a port; hand labor is more supple and can be applied as it is needed. Reasonable use of this kind of labor gives, in certain cases, a good result; therefore it must not be set aside. It is merely necessary that these two kinds of operations do not interfere with each other. So these questions must be taken into consideration in preparing the project for the lines alongside of which vessels are to lie and for the arrangement of the mechanical engines of the port.

5. The river port should be constructed by him who needs it and who is interested in the direct and indirect profits which it brings in. So private industrial societies should, at their own cost, build and equip ports for their own use. Cities and other centres along rivers should, in principle, construct and furnish the machinery for their ports without assistance from the State, because the indirect profits of the port advantage only the city itself by increasing its industrial and commercial importance.

Even though the operating of the port bring no remuneration to the capital spent in its construction (which is generally the case with the ports of Western Europe), it will unquestionably renew the activity of the city and draw to it capital, industry, etc. All these new conquests of the city will form its inalienable property.

The necessity for the preservation and general security of the river fleet is a matter of interest to the State as well as to

private persons and corporations. This safety must be insured by the existence of winter ports, and, in general, of shelters where boats can take refuge during the winter or bad weather. The costs of constructing these ports fall above all on the State. The cooperation of the State and of the City toward the construction and equipment of the port, in the case of private parties, is possible and necessary provided that local conditions be not contrary to the respective interests of both parties. Dues for the use of the port, mechanical outfit, etc., cannot exceed certain limits and should not be heavy; besides this, well equipped ports, whose construction requires at the present time the expenditure of large sums, cannot return any normal rate of interest on the capital invested, especially if it be borne in mind that the period of navigation is short. Such projects for equipment cannot be regarded as purely commercial enterprises.

6. The future methods of operating the port should be settled while the projects for construction and equipment are under consideration. It is desirable, therefore that the future managers should be able, while the project is under study, to express their opinions, because this project can only be considered as answering to the end sought if it be found, by those who are to use it, suitable and convenient from the point of view of future operations.

7. The continuous study of the constantly recurring problems of the operations of the port and its equipment is a matter of great importance and should be carried on in accordance with a systematic and well defined programme. This programme should be common to a whole cycle of similar ports (those at the mouths of rivers or those inland): the results of the operations should also be compared. The general scheme of such a programme should be so drawn up that certain averages of work of the port can be determined under known general conditions.

The great cost of the construction and equipment of ports involves the absolute necessity of determining the most economical solutions for the technical problems which come up. The length of quays and tracks, the area of the water surface, the power of the derricks, the size of the mechanical organs and of the buildings the least cost of construction and the least commercial coefficient, form the great and serious work of the engineer in this sphere.

If the types of hoisting engines, the economic side of the work, etc., be made a matter of study, the certitude is acquired that systematic studies of all these subjects should now be made in order that, with full knowledge of the facts, the port dues may bear some direct relation to the work of the machinery of the port, that the least dimensions of the plant for certain conditions of traffic may be settled, so as to avoid too great an extension of this plant.

This programme conforms to the object of the International Congresses. So vast a question as that of the construction of ports, their equipment and their management should rest on a scientific basis. The exactness of the solutions of the special problems in this branch depends exclusively upon experience already acquired.

The problem of the organization and equipment of ports for inland navigation comes forward as a typical problem to which the principle of the common work of specialists, during the interval between two successive congresses, can be applied. Solid foundations approved by the science of the equipment and management of ports will be laid in this way.

In view of the preceding considerations, it becomes clearly necessary to prepare : —

1. Uniform programmes for observations on the management and technical activity of ports, the observations giving the data and means to be used for the preparation of projects for rationally equipped ports and for perfecting the operation of those now in existence ;

2. The programme for an international competition to be organized for the solution of the problems connected with the organization and operating of ports.

The institution of competitions at the International Congresses is very much to be desired at the same time that it presents a good opportunity for turning to account the materials collected at preceding International Congresses ; this will establish a much to be desired connection between the works of the different Congresses.

L. TSIMBALENKO,
Inspector of navigable highways and of roads.

B. DE GERVAIS,
Engineer of lines of communication.

ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

DES

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{me} Congrès - Saint-Petersbourg - 1908

I. Section : Navigation intérieure

3. Question

Outillage des Ports de Navigation Intérieure

NOTAMMENT

PROGRÈS DE L'OUTILLAGE ELECTRIQUE

RAPPORT

PAR

B. GERVAIS et L. TSIMBALENKO

Ingénieurs des Voies de Communication

NAVIGARE



NECESSE

BRUXELLES

IMPRIMERIE DES TRAVAUX PUBLICS (SOCIÉTÉ ANONYME)

169, Rue de Flandre, 169

Les Ports de Navigation Intérieure

EN RUSSIE

PREMIÈRE PARTIE

Le but principal d'un port de navigation intérieure est d'assurer l'échange le plus rapide et le plus économique possible des marchandises entre la voie fluviale et la voie terrestre.

A cet effet, le port doit présenter tout d'abord une surface d'eau suffisamment grande et commode pour le mouillage des bateaux ainsi que des lignes d'accostage; de plus dans les pays froids il faut des abris bien protégés pour l'hivernage de la flotte fluviale.

Les opérations du port se développant, il devient nécessaire de le relier avec le réseau des voies ferrées et des routes et de le pourvoir d'un outillage mécanique, d'entrepôts, etc.

Pour différentes causes, parmi lesquelles la principale est le bas prix de la main-d'œuvre, l'outillage de presque tous les ports intérieurs russes se trouve dans un état très primitif.

Une surface d'eau à peu près suffisante pour les manœuvres et le mouillage des bateaux, un développement de quais souvent insuffisant, et presque toujours l'absence d'outillage mécanique, tels sont les traits caractéristiques de la plupart des ports russes de navigation intérieure.

Les plus grands de ces ports sont pourvus de voies ferrées qui les relient avec le réseau des chemins de fer de l'Empire.

Pour quelques-uns de ces ports, le mouvement des marchandises pendant la période de navigation dépasse 2,000,000 de tonnes.

Plus de trente ports ont un mouvement de 250,000 à 2,000,000 de tonnes et plus par an. Tels sont :

Ports dont le trafic dépasse 250,000 tonnes : Sur la Volga : Tver, Kostroma, Syzran-Batraky, Kamychine; sur la Kama : Perm; sur la Biélaïa : Oufa; sur l'Oka : Riasan; sur la Moskva : Moscou; sur le

Dniépr : Kiev, Tcherkassy, Kréméntschoug, Iekatérimoslaw, Alexandrowsk ; sur le Bougue du Midi : Nikolaiév ; sur le Niéman : Kowna ; sur la Vélikaïa : Pskov.

Ports dont le trafic dépasse 500,000 tonnes : Sur le Volga : Kineschma, Kazan, Samara ; sur le Don : Rostov.

Ports dont le trafic dépasse 1,000,000 de tonnes : Sur la Volga : Rybinsk, Iaroslavl, Saratov, Astrakhan ; sur le Dniépr : Kherson ; sur le Niéman : Iourbourg ; sur la Dvina du Nord : Arkhanguelsk.

Ports dont le trafic dépasse 2,000,000 de tonnes : Sur la Néva : Saint-Petersbourg ; sur la Volga : Nijni-Novgorod et Tsaritsyne ; sur la Dvina occidentale : Riga.

La plupart des ports existants ont été construits et sont exploités par l'Etat et quelques-uns d'entre eux seulement ont été établis aux frais de villes.

Les ports les plus importants récemment construits ou actuellement en construction ont été entrepris par l'Etat. Ainsi, en 1906, on termina la construction du port d'Alexandrowsk sur le Dniépr ; en 1904, on commença celle du port de Tchérépowetz sur la Cheksna ; et depuis 1905, on travaille à l'établissement des ports de Kineschma et Samara sur la Volga. On achève actuellement la construction des ports de Varsovie et de Sandomir sur la Vistule.

Pendant la même période ont été construits ou améliorés quelques ports d'hivernage et d'abri, tels sont : sur la Volga, le Sormovo ; sur le Dniéstr, la Rybnitza ; sur la Kama, etc.

Les éléments principaux de quelques ports mentionnés ci-dessous :

NOM DU FLEUVE ET DU PORT	Surface d'eau en mètres carrés	Longueur de lignes d'accostage en mètres	Mouvement des marchandises par an en tonnes
La Volga-Kineschma	73,000	1,500	170,000
La Volga-Samara.	235,000	3,300	835,000
Le Dniépr-Alexandrowsk . . .	120,000	2,500	600,000
La Cheksna-Tcherepoweitz. . .	110,000	2,500	600,000

Les ports de Kineschma, Samara et Tcherepowetz seront reliés avec le réseau de voies ferrées et celui d'Alexandrowsk l'est déjà actuellement.

L'Etat projette la construction prochaine des ports suivants : sur la Volga : Twer, Nijni-Novgorod et Kazan ; sur la Moskwa : Moscou, et sur la Kama : Perm.

Les dépenses d'établissement et d'exploitation des ports construits aux frais des villes sont couvertes et amorties par des taxes spéciales payées par les bateaux qui mouillent ou accostent dans ces ports.

L'utilisation des ports construits par l'Etat est gratuite jusqu'à présent ; mais, d'après une loi nouvelle approuvée en 1904, des taxes seront bientôt perçues dans les ports déjà pourvus d'une surface d'eau commode et sûre et de lignes de quais.

La construction des ports sur fleuves russes rencontre beaucoup de difficultés à cause de la grande différence, qui atteint parfois 15 mètres et plus, entre le niveau des hautes et des basses eaux, et à cause de la nécessité de défendre la plupart des ports pendant la débâcle des glaces. La force de pression de la glace est souvent énorme ; en 1903 s'échoua près de Nijni-Novgorod, sur les brise-glace du port d'hivernage de Sormovo, un glaçon long de 650 mètres et large de 320 mètres.

Pour défendre les ports contre les glaces, il faut bâtir des brise-glace très solides. Ainsi dans le port de Sormowo les brise-glace sont formés chacun de 86 pilotis, enfoncés à la profondeur de 7 mètres, et à la partie supérieure chargés de pierres.

Le mouvement total des marchandises dans les ports de navigation intérieure de la Russie est actuellement d'environ 40,000,000 de tonnes par an, et le tonnage total de la flotte fluviale russe, qui transporte ces marchandises, dépasse 13,500,000 tonnes.

On voit donc que les ports de navigation intérieure de la Russie, malgré leur grande importance économique ne peuvent pas, à l'état actuel, fournir de réponses immédiates aux questions d'ordres technique et administratif qui se posent quand on se trouve en présence du problème de la création d'un port de cette nature. Par contre les ports intérieurs de la Russie, à cause du développement qu'a pris pendant ces dernières années l'idée de leur établissement en bien des endroits du réseau navigable, permettent de préciser les points principaux d'une analyse systématique des questions que nous venons de mentionner. C'est ce que les auteurs du présent rapport ont cherché à faire dans la deuxième partie de ce mémoire.

DEUXIÈME PARTIE

Le fonctionnement régulier d'un port de navigation intérieure dépend non seulement de la constitution du port et de son outillage, mais, dans une large mesure, aussi de l'heureux choix des formes d'exploitation qui dirigent le travail général du port, lui attirent du trafic, facilitent la besogne de tous ses clients et coordonnent l'action des différentes institutions qui l'administrent. L'examen de ces formes et l'étude de leurs détails sont très importants pour l'organisation des ports nouveaux et pour le développement de ceux qui existent.

L'étude des nombreuses questions techniques qui surgissent lors de la construction d'un port doit donc être dominée par des principes généraux d'exploitation qui assurent la régularité du fonctionnement du port.

Sans nous arrêter aux points spéciaux de l'exploitation des ports de navigation intérieure, nous essayons ici de caractériser les principales questions qui doivent être traitées au moment de la rédaction des projets complets de nouveaux ports ou d'agrandissement de ports existants.

1^o Une des premières questions importantes qui surgit lorsqu'on projette de nouveaux ports de navigation intérieure est la suivante : faut-il concentrer en un endroit tout le travail de déchargement et tout le mouvement des marchandises ou est-il plus commode d'y consacrer des emplacements séparés sous forme de quais sur le fleuve, de bassins indépendants, etc. ; en outre, est-il nécessaire de contraindre l'hivernage des bateaux dans le port de commerce proprement dit ou faut-il disposer pour l'hivernage d'un bassin spécial placé, par exemple, sur l'autre rive ?

Ecartant la question des conditions locales, il faut constater que les exemples de beaucoup de villes ont les opérations du mouvement des marchandises partagées entre plusieurs endroits (Dresde, Vienne, Prague, Breslau).

En effet, les installations des ports de navigation intérieure contemporains se divisent en deux parties.

Dans la première est concentrée l'activité des fabriques et usines du centre riverain. Cette activité est en même temps un gros consommateur des marchandises arrivées par la voie fluviale. C'est la partie du port où prédomine le développement du territoire que

les villes afferment pour des constructions coûtant souvent des millions. Pour l'exploitation commode des établissements industriels, il est très important d'avoir un libre accès par eau, ce qui permet en outre de construire des bassins spéciaux pour la transmission directe des marchandises entre la voie fluviale et les usines et fabriques.

La seconde partie du port comprend les bassins destinés au transbordement rapide et commode des marchandises entre la voie fluviale et les voies ferrées ou à leur dépôt temporaire, en attendant qu'on puisse les diriger vers l'intérieur du pays.

On doit prévoir le développement ultérieur de chacune de ces deux parties du port. En outre, il faut établir des bassins indépendants spéciaux pour le trafic du naphte, du bois et d'autres produits, ainsi qu'une entrée commode de la voie fluviale et une ligne d'accostage suffisamment développée et située vers le centre de la ville, où peuvent aborder de petits bateaux de navigation intérieure approvisionnant la ville de produits locaux.

2° En même temps que la question précédente, il y a lieu de résoudre aussi celle de savoir s'il faut, pour la surface de mouillage du port, utiliser une partie de la voie principale du fleuve ou d'un bras en construisant dans ce but une digue dans le lit, ou s'il faut disposer cette surface de mouillage dans un bassin spécial, creusé dans la rive. Les ports projetés dans les petits bras présentent à première vue certains avantages qui consistent dans la réduction des dépenses pour l'exécution des travaux de terrassement, mais, en revanche, ils suppriment la liberté du choix de l'emplacement des bassins. En outre, en abritant par une digue une partie de courant, on s'expose à voir se déposer dans cet espace des alluvions venant de la partie supérieure du cours d'eau.

3° Les voies ferrées forment une partie inaliénable de l'outillage d'un port, et le développement des opérations dépend complètement de la longueur de ces voies et de la situation avantageuse des stations de distribution.

Si, par suite de circonstances quelconques, le port ne peut être pourvu de voies ferrées, dès le début, les dépenses à faire pour leur construction doivent être dans tous les cas prévues et les capitaux nécessaires assurés.

Il faut, en outre, indiquer qu'il est très important de déterminer d'avance, au cas où le port appartiendrait à l'Etat et où la voie ferrée avec embranchement au port serait la propriété d'une société

privée, les rapports qui s'établiront nécessairement entre ces deux administrations. Souvent il y a désaccord entre les tarifs d'une ligne privée et le prix du transport par eau. Cette question est fort importante pour l'existence du port. Elle doit être étudiée spécialement dans chaque cas, suivant les conditions locales.

4° Il faut reconnaître que dans les ports pourvus de l'outillage moderne, le travail manuel régulièrement organisé peut exister à côté de l'emploi de moyens mécaniques. Il faut compter avec ce fait lors de la reconstruction des ports; aussi est-il nécessaire de projeter un outillage de façon que la transition du travail manuel à l'emploi de procédés mécaniques puisse se faire naturellement et soit la conséquence de l'organisation du port même.

Cela est d'autant plus nécessaire que chaque port doit posséder des quais permettant exclusivement le déchargement à la main dans les conditions d'exploitation régulière du travail manuel. Pareil projet doit être précédé d'une étude des conditions de la répartition de la force ouvrière locale et des salaires payés dans la région. Il ne faut pas perdre de vue que le travail utile des engins mécaniques atteint son maximum s'il est continu (grues, élévateurs de grains), ce qui est difficile à réaliser dans un port; le travail manuel est plus souple et peut être appliqué dans la mesure des besoins. L'exploitation raisonnable de ce travail donne, dans des cas déterminés, un bon résultat; aussi ne faut-il pas l'exclure. Il est nécessaire seulement que les deux genres d'opérations ne se gênent pas mutuellement. Aussi ces questions doivent-elles être prises en considération lors de la rédaction du projet des lignes d'accostage et de la disposition des engins mécaniques du port.

5° Le port fluvial doit être construit par celui à qui il est nécessaire et qui est intéressé dans les bénéfices directs et indirects qu'il procure. Aussi les sociétés industrielles privées peuvent-elles construire et outiller des ports pour leurs besoins et à leurs frais. Les villes et autres centres riverains doivent en principe construire et outiller leurs ports sans subvention de l'Etat, car les bénéfices indirects que rapporte le port, en augmentant l'importance industrielle et commerciale de la ville, ne profitent qu'à la ville elle-même.

En effet, si même l'exploitation du port ne rénumère pas le capital dépensé pour sa construction (ce qui est généralement le cas dans les ports de l'Europe occidentale), il apportera incontestablement un renouveau dans l'activité de la ville et lui attirera

des capitaux, de l'industrie, etc. Toutes ces nouvelles conquêtes de la ville constitueront sa propriété inaliénable.

Outre les particuliers et les sociétés privées, la nécessité de la conservation et de la sécurité générale de la flotte fluviale intéresse aussi l'Etat. Cette sécurité peut être assurée par l'existence de ports d'hivernage, et, en général, d'abris où les bateaux peuvent se réfugier pendant l'hiver ou le mauvais temps. Les charges résultant de la construction de ces ports incombent surtout à l'Etat. Dans des cas particuliers, la coopération du gouvernement et de la ville à la construction et à l'outillage du port est possible et nécessaire, si les conditions locales ne sont point contraires aux intérêts respectifs des deux parties. Les taxes pour l'utilisation du port, des engins mécaniques, etc., ne peuvent excéder certaines limites et ne doivent pas être lourdes; aussi les ports bien outillés, dont l'établissement exige actuellement des sommes importantes, ne peuvent-ils rapporter un intérêt normal du capital dépensé, surtout si on considère que la période de navigation est courte. De tels projets d'outillage ne peuvent-ils être considérés comme des entreprises purement commerciales.

6° Lors de la rédaction des projets de ports et de leur outillage, les formes futures de l'exploitation du port doivent être fixées. Aussi est-il désirable que les personnes qui seront appelées à gérer l'exploitation du port puissent, lors de l'étude du projet, émettre leurs avis, car ce projet ne peut être considéré comme répondant au but poursuivi, que si, au point de vue de l'exploitation, il est reconnu convenable et commode par les personnes qui doivent utiliser le port.

7° L'étude continue des problèmes courants du travail du port et de l'outillage est une chose très importante et doit être faite suivant un programme systématique et bien défini. Ce programme doit être commun à un cycle entier de ports similaires (d'embouchure, intérieurs); les résultats des observations doivent, en outre, être comparés. Le schéma d'un pareil programme doit être élaboré de façon à ce que, dans des conditions générales connues, on puisse déterminer certaines moyennes du travail du port.

En réalité, les grandes dépenses exigées par la construction et l'outillage des ports entraînent la nécessité absolue de déterminer les solutions les plus économiques des problèmes techniques qui se posent. La longueur des quais et des voies, les dimensions de la surface d'eau, la force des grues, les dimensions de l'outillage

mécanique et des bâtiments, les moindres dépenses d'établissement et le moindre coefficient commercial, voilà le travail sérieux et important de l'ingénieur dans cette sphère.

Si on se préoccupe des types des engins de chargement, du côté économique du travail, etc., on acquiert la certitude qu'actuellement des études systématiques doivent être faites sur tous ces sujets pour qu'on puisse, en connaissance de cause, mettre d'accord les taxes et le travail des engins du port, fixer les dimensions minima des installations pour certaines conditions de trafic, de manière à éviter d'autre part une extension trop grande de ces installations.

Ce programme répond au but des Congrès Internationaux. Une question aussi vaste que celle de la construction des ports, de leur outillage et de leur exploitation doit avoir une base scientifique. L'exactitude des solutions des problèmes particuliers dans cette branche dépend exclusivement de l'expérience déjà acquise.

Le problème de l'organisation et de l'outillage des ports de navigation intérieure se présente comme un problème typique, auquel peut être appliqué le principe du travail commun des spécialistes durant l'intervalle qui sépare deux congrès consécutifs. C'est ainsi que seront établies des bases solides et approuvées par la science de l'outillage et de l'exploitation des ports.

En présence des considérations qui précèdent, la nécessité s'impose d'élaborer :

1° Les programmes uniformes d'observations de l'activité technique et de l'exploitation des ports, ces observations fournissant les données et les moyennes pouvant servir pour la rédaction des projets de ports rationnellement outillés et pour le perfectionnement de l'exploitation de ceux qui existent;

2° Le programme d'un concours international à organiser pour la solution des problèmes d'exploitation et d'organisation des ports.

L'institution de concours aux Congrès Internationaux est fort désirable et opportune pour utiliser les matériaux réunis dans les Congrès Internationaux précédents, ce qui établira une liaison hautement désirable entre les travaux des différents Congrès.

L. TSIMBALENKO,

Inspecteur des voies navigables
et des routes.

B. DE GERVAIS,

Ingénieur des voies de communication.

PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION

OF

NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress - Saint-Petersburg - 1908

I. Section : Inland Navigation

4. Question

CANALS

which serve both for Navigation and for Irrigation

GENERAL REPORT

BY

M. F. RYTEL

Ingénieur des Voies de Communication

NAVIGARE



NECESSE

BRUSSELS

PRINTING OFFICE OF THE PUBLIC WORKS (CO, LTD.)

169, rue de Flandre, 169

MIXED CANALS

The following reports regarding mixed canals, or canals which can be used at the same time for navigation and agriculture, have been presented to the XIth. Congress of Navigation, viz. :

1. Messrs. R. B. Buckley and Hanbury Brown of England ;
 2. Mr. Fr. Haynes Newell, of the United States ;
 3. Mr. P. Levy-Salvador, of France ;
 4. Messrs. Sanjust di Teulada, Em. Cucchini and Ot. Bifulco, of Italy ;
 5. Mr. V. Toukholka, of Russia.
-

Report of Messrs. Buckley and Hanbury Brown.

According to what Messrs. R. B. Buckley and Hanbury Brown tell us, the most frequent application of canals to be used at the same time for navigation and irrigation is to be found in Egypt and in India. France, Spain, the United States and Italy have a few canals intended for this double purpose.

During the last half of the XIXth. century the British Government built in India a system of 19,000 kilometres (= 11,800 miles) of irrigating canals, of which 4,500 kilometres (= 2,800 miles) are navigable. In Egypt, likewise, the irrigating canals of the delta of the Nile are used as transportation lines throughout their entire length of 1,184 kilometres (= 736 miles).

The following conditions prevent canals from playing this double part :

1. Irrigation requires a current in the canal ; navigation prefers still water in nearly every case. In this respect, a few cases are found on the Indian canals where the current

causes serious trouble for navigation, the velocity reaches three feet a second, at times, in order to prevent deposits of mud. Thus, the higher levels of an irrigating canal should absolutely contain large volumes of water, for watering around the lower parts of a supply canal and for reasons of economy. As a general rule the velocity of the current in a navigable canal should not exceed $1\frac{1}{2}$ to 2 feet per second ;

2. The interests of irrigation require, in many cases, the application of the method of watering by successive turns, or in a cycle, and this system brings about conditions which are unfavourable for navigation. It must be said in this connection that, in countries where the water supply is insufficient, watering has to take place by successive turns in order to obtain an economical and proportional distribution of water ; as watering by cycles is sometimes complicated it requires a regular working of the canal, because any obstacle may cause great loss for the cultivator. Under these conditions, the canal is filled periodically with water, that is to say that during a certain time its depth is insufficient to allow boats to pass and, consequently, navigation is more or less interfered with ;

3. The management of the canal in the matter of the distribution of water is more difficult and more complicated when two ends (irrigation and navigation) have to be met instead of one. The most striking example in this respect is given by the Bernegardo canal in Italy, where, in summer, a sufficient volume of water for navigation can only be maintained by the most stringent measures. The Indian canals often suffer in their lower levels because their volume of water is not enough to make up for the losses of water by lockages, evaporation and leakage. An example of this sort is found on the Ellora canal which furnishes communication between the Kistnah and Godavery rivers ;

4. Irrigation requires the canals to be closed temporarily in certain cases, and this is a wrong to navigation. Cleaning out the canals by hand when they are choked by leaves, aquatic plants or deposits of mud causes an interruption in the flow of the water. In Egypt, this cleaning is done in winter, when the cotton crop should be carried to the sea. The Indian canals are cleaned by strong rushes of water which are unfavourable to navigation by reason of the ensuing great velocity of the current ;

5. Irrigation often demands variations of level in the canals; navigation, on the other hand, is better suited with a constant level. This objection considers the reduction of the volume of water caused in a canal if the latter be feebly supplied, and the case in which an unexpected rain puts off the need of watering;

6. When the volume of water is limited, it is often economical so far as irrigation is concerned, to close certain branches of a supply canal, but this mode of procedure is directly opposed to the interests of navigation. The growing of cotton and sugar cane, which represents great value as a rule, can only be guaranteed by concentrating irrigation, so as to diminish the various losses of water. Consequently, certain parts of the canals then contain but a small amount of water and the circulation of boats must be interrupted during such times.

7. The loss by evaporation and absorption is much greater in a system devised for two objects than in a canal for irrigation only. In the upper districts of India, it is estimated that, of a volume of 100 cubic feet, only 66 cubic feet reach the cultivated surfaces. The maximum value of absorption is estimated in Northern India at 8 cubic feet per second for every million of square feet of ground, and a loss of 2 to 5 cubic feet is not excessive for the area mentioned. The supplementary losses by evaporation and absorption in mixed canals may be very great during the hot season.

In general, when it is a question of building an irrigating or a navigable canal, it is recommended to judge each case upon its own special merits.

The main arguments brought forward in favor of the double system are :

In view of the great cost involved in building an irrigating canal, it may be very advantageous not to draw back before the extra expense of making it accessible to boats. But the sum to be spent will then depend on the velocity of the current (at Madras : 1.50 feet to 1.75 feet per second), on the numbers of works of art (locks, bank protection, bridges), on the dimensions needed for navigation, and on other conditions. The actual cost of the works for navigation on the irrigating canals of Bengal and of the Sirhind canal of the Punjab, was about £ 1,000 per running mile. In the United Provinces it was only about £ 500 per mile. The net revenue given by navigation

for the canals, in 1903-1904, was only a small fraction of 1 % of the capital before mentioned. So that, in India, the canals used for the double purpose have not given the financial results expected, whereas the irrigating systems of India, taken all together, yield 7 % of the first cost.

The assertion that irrigation developes more rapidly when the main canals are navigable is not borne out in India. It is only in the Godavery delta that a favorable example is found. On the other side, a railway has been built in the Punjab parallel to the principal Chenab canal, although the profits from this canal during the year 1904-1905 amounted to 24 % on the capital.

The fact that the transportation of many articles by water allows them to be sold cheaper also exerts an influence in favor of the navigability of irrigating canals. But in order to reach this result, the canal must connect the irrigated land with centres of commerce or consumption.

The Nile delta is now covered with a network of district roads and light railways, so that canals count for little in exchanges of merchandise ; raw cotton is the principal product carried in boats to the sea. So also, in India, the canals which connect rivers flowing into the sea are used largely for transportation, whereas the canal traffic per mile in the northern part of the country is very small. As a general rule, the traffic on the Indian canals has not, in five cases out of nine, met the expectations of the engineers.

The objection that cut-off canals interfere with the passage of boats and rafts on rivers and go so far as to interrupt communication entirely, is one to be discussed in each particular case. In the Northern part of India, in the Punjab and the United Provinces, the natives have not the habit of using boats ; whereas on the Godavery and Kistnah canal systems navigation takes place over a length of more than a thousand miles. In Egypt, by reason of the dam existing near Cairo on the Nile, the Damietta and Rosetta arms are wholly deprived of water and, consequently, navigation is suspended from March until July.

Finally, the conclusion is reached that the construction of a mixed canal may be desirable and to be recommended under some and not under other conditions. It is best not to hold any preconceived ideas on the question, but to judge each case

by itself. The following rules may be admitted as general principles : —

1. The navigable reaches of the canal should be those which are obliged, by the necessities of irrigation, to have a section equal to or greater than that needed for traffic by boats ;

2. The navigable line should connect important markets by a sufficiently direct route, or should be the link between rivers communicating with important markets ;

3. The country through which the canal passes should be flat and well cultivated.

Report by Mr. Frederick Haynes Newell.

The construction of canals suited for different uses has been really impossible in the United States up to the present time. Attempts have been made to utilize the hydraulic power of navigable canals, such as the Erie, in the State of New-York. The irrigating canal near Salt Lake City, Utah, was used for transporting building stone. Miscellaneous freight has been carried toward cultivated regions, in Louisiana, on the drainage canals by using small boats.

The practical disadvantages of mixed canals are such that any discussion of the subject resolves itself into an analysis of the objections against the use of existing canals for navigation or other purposes. These objections relate : —

- a) To the terminal facilities ;
- b) To the position of canals ;
- c) To variations of discharge ;
- d) To the obstacles formed by works of art.

Under the name of « terminal facilities » it is understood that, in navigation, boats represent, as a rule, a much greater capacity than does a railway car and that to bring one part of a cargo to a halt involves the cessation of motion for the whole boat. A railway car can be used easily for one loading or one unloading.

Position of canals : that is, that the position of a canal depends on the use for which it is intended and on certain topographic conditions. An irrigating canal, for example, should be placed,

in order to secure its object, on the highest points of the surrounding country; in order that it may cover as much ground as possible. So, the line of a navigable highway is controlled by other conditions than is the line of a railway.

The transportation of freight and agricultural products over irrigating canals can be carried on most readily in the upper part of the canals where their capacity is greatest, but, in these districts the quantity of these products is, generally, unimportant.

Freight has to be brought by wagon to the drainage canals, and this increases the cost of transportation.

Furthermore, the variable quantity of water passing through an irrigating or a drainage canal causes great difficulty in its use as a line of transportation.

Finally, works of art, dams, intakes, sluices, syphons or waste weirs, interfere with navigation for which they should be suitably built.

In conclusion, it may be stated as a fact that, so far as the United States and adjoining countries are concerned, there exist no important navigable canals which, for the reasons above given and on account of local obstacles, are combined with any direct adaptation to agricultural interests, such as irrigation or drainage.

Report of Mr. P. Levy-Salvador.

In his report on mixed canals, to be used at the same time for navigation and agriculture, M. P. Levy-Salvador begins with a statement of the present situation in France, whence it appears that the agricultural regions are almost wholly without navigable highways and that the canals are concentrated almost exclusively in the industrial districts of the North and East, which represent scarcely a quarter of France. Agricultural products and the raw materials for agriculture do not require fast means of transportation. In view of the small intrinsic value of such articles, the water way needs fear no competition from the railway. The supposition is made that the total traffic by water would be much greater under these conditions if the system of navigable highways were more developed and

more uniformly extended over France, and if the needs of agriculture, the principal source of richness of the country had not been, so far, left out of consideration in locating the canals. Under the law of 1903, the Government is authorized to carry out a few projects, and the interest of the country demands that, when the studies are made, care be taken to satisfy the desires of agriculture, that is to say, that the canals shall pass through the agricultural parts of the country and that the same canals shall be utilized, if possible, for irrigation.

Irrigation is necessary for vegetation in France even in the regions where the climate is rainy. The need of this improvement is felt in the North and Centre, at irregular intervals, for four or five months every year. Without irrigation no cultivation is possible in the South or South-East.

When all the conditions under which irrigation is carried on are analyzed, the conviction is reached that the financial results of the great irrigating enterprises have been generally, up to the present time, decidedly slim, and the State has been obliged, for the general weal, to take large sacrifices upon itself in order to prevent many of them from going to pieces.

Seeing that many parts of the country are calling for irrigation, it is necessary to try to use the water continuously and to employ it for other purposes by building mixed canals. An example of this sort is given by the canal du Midi (Southern canal).

In 1878, there was accepted the proposition of sending into the Southern canal, every winter, a certain volume of water for the submersion of the vines, an operation which had been found to be the most effective against the phylloxera. The extent of surface submerged was 11,000 hectares (= 27,500 acres), and the volume of water required for submersion varied from 12,000 to 25,000 cubic metres per hectare (= 172,200 to 358,700 cubic feet per acre), which corresponds to a discharge of 3 to 6.5 litres (= 0.106 to 0.229 cubic foot) per second during the forty-five days that the operation lasts. The discharge of the canal reserved for submersions was 5 cubic metres (= 176.6 cubic feet) per second, whereas navigation demands but one cubic metre. The water for submersion was taken from a lateral aqueduct.

The works necessary for this purposes were built while the

canal was closed for repairs and allowed nine submersion channels to be supplied.

The water supply of the Southern canal is so uncertain in summer that it is impossible to use any water for irrigating.

This disadvantage is common to most navigable canals with a summit level.

The difficulties to be encountered in utilizing a navigation canal for irrigation come out clearly if the construction of a lateral canal in the valley of the Rhone be studied.

In this region, with a warm, dry summer climate, where irrigation is an essential factor for prosperity, a project is on foot to build a lateral canal by the Rhone from Lyons to Arles, keeping to the right bank as far as a little below Vienne (Isère), and beyond this remaining all the time on the left bank.

The canal would be about 270 kilometres long, with a total fall of 160 metres, that is a mean fall of 0.60 m. per kilometre. It is said to have been declared impossible to use a part of the water of the canal for irrigation except by making changes which would have required an increase of expenses. But it must be remarked that water for irrigation is not furnished gratis for manufacturers : the price of a litre of water furnished during the season of vegetation is 50 francs for the great irrigating canals, which represents for 1,000 hectares, for example, the interest on a million francs at 5 %. On the other hand it seems possible to make use, within limits, of the water of the lateral canal for irrigating ground above the level of the canal. The discharge of the canal mentioned was fixed at 3.50 cub. m. per second. A volume of 0.50 cub. m. per second would pass through the locks ; the remainder, following the lateral culverts, could be utilized for motive powers. With a total fall of 160 metres, and 32 locks on the profile of the canal, the average lift at each lock would be 5 metres, hence the power developed at each lock would be 200 H.P., sufficient to raise more than 150 litres of water per second to a height of 40 metres, which would insure the irrigation of 150 hectares. The energy of the 32 differences of level would water 4,800 hectares of land. It seems from these vague indications that it would be possible, in the present case, to make a true mixed canal out of the lateral canal.

In canals with a summit level, if the water supply of the canal and, above all, of the summit level, be assured by means

of reservoirs or by lifting the water back mechanically from level to level, it seems possible to use the same canal for watering the ground below. It is well understood, of course that the interests of agriculture must be subordinate to these of navigation. If it were found possible to satisfy the latter without injury to the former, a mixed canal might be thought of.

There is one canal in France which was built in the interest of agriculture alone : it is the Sauldre Canal. This navigable highway is 47 kilometres long ; it was built, when the works for draining the Sologne, more than 500,000 hectares (= nearly 2,000 square miles), were under construction, in order to carry marl to the middle of the Sologne. Far away from the navigable highways, the Sauldre Canal could scarcely have any traffic but that of marl ; so a tract of 166 hectares of fields is watered, requiring a volume of about two million cubic metres of water a year at the very low cost of 10 francs per hectare (= \$ 0.813 per acre) a year.

The existing navigation canals of France were built for commercial and industrial interests alone to the exclusion of those of agriculture.

From these considerations Mr. Paul Levy-Salvador reaches the following conclusions about mixed canals : —

1. In an agricultural country like France, it is indispensable to have navigation canals laid out with a view of subserving the needs of agriculture as they do those of commerce and industry. An endeavor should be made to have these canals adapted to the transportation of weighty products by water from points of production to centres of consumption, and also to insuring the supplies of manures, fertilizers and raw materials necessary for agriculture. This is all the more desirable as only the waterway is sufficiently economical to favor the transportation of agricultural products, ordinarily of small intrinsic value ;

2. The construction of canals intended only for irrigation having been found not to be of any great advantage from the economic standpoint, it is desirable to have navigation canals such that the water can be utilized for watering the adjoining land, not only that which lies below the surface of the water but also that which is much higher. This latter result can be obtained, it appears, by raising the water by means of centrifugal pumps worked by electricity and driven by turbines and

dynamos. The electric energy is generated by using the falls at the locks or at the water supply reservoirs. Still, as the introduction into a navigable canal of a large volume of water to be used for irrigations may cause trouble, especially in the resulting increase of velocity, it should be understood that irrigation, which, after all, is but a secondary utilization, can only be allowed in so far as it is compatible with the prior rights of navigation.

**Report of Messrs. Sanjust di Teulada, Erm. Cucchini
and Ot. Bifulco.**

Italy possesses quite an important system of mixed canals. The following are mentioned :

1. The Naviglio Grande, a canal for irrigation and navigation, build in the XIIth. century, 51 kilometres long, with a total fall of 34 metres and a discharge of 65 cubic metres at its origin and 12 cubic metres at the mouth. The canal distributes, therefore 53 cubic metres per second for irrigation. The losses by infiltration and evaporation are not more than about ten per cent of the whole discharge. The velocity of the current varies from 0.25 m. to 3.80 m. with a mean of one metre per second so that navigation is generally downstream and only empty boats can come up and they with difficulty. The upper part of the Turbigo has been rebuilt recently to utilize the fall of water in developing the motive power of the hydro-electric establishment ;

2. The Pavia canal, for navigation and irrigation, with eleven locks, 34 kilometres long, and a total fall of 56.50 m. Its discharge varies from 8 to 10 cubic metres per second ; it is made up by a part of the discharge of the Naviglio Grande and by the irregular discharge of the Olona River which empties into the basin at Milan. The water from the canal is distributed for the needs of irrigation and the canal reaches the Ticino almost without discharge. Open conduits have been made alongside of the locks in order to obtain a motive power. Hence there are daily conflicts between navigation and the users of the motive power ;

3. The « Fossa » within the city limits of Milan, a distribut-

ing canal used also for navigation ; it has five locks. This canals runs through Milan ; it has a length of 5.25 kilometres and a total fall of 7.90 m. with a discharge of 3.50 cub. m. at its beginning and of about 0.50 cub. m. where it empties into the basin. Navigation is almost uninterrupted from sunrise until noon ;

4. Vizzola Canal for obtaining hydro-electric energy for navigation, with two groups of two locks each. This cut-off from the Ticino was built about 1897, with a length of 6.86 kilometres, a total fall of 28 metres and a discharge of about 70 cubic metres, of which 67 cubic metres are utilized for the production of hydro-electric energy. A discharge of 3 cubic metres is reserved for the locks, and the very limited navigation is in no way interfered with by the power station at Vizzola ;

5. The Naviglio di Volano, in the Province of Ferrara is a canal for drainage, navigation and irrigation with two locks. It is 200 kilometres long and was built to drain 84,555 hectares (= 211,400 acres) of ground which used to suffer from the inundations from the Po, when the latter broke its levees, or else from interior waters which had no way to escape. The canal is divided into three levels by the old Valpagliaro lock and by the new Tieni lock, each having a lift of 2 metres.

The drainage discharge reaches 40 to 60 cubic metres at the siphon under the Panaro and from 70 to 100 cubic metres at Codigoro. During times of low water and in the interests of navigation, the Volano receives a cut-off from the Po and a minimum discharge of 4 cubic metres per second, enough for the needs of navigation can always be maintained.

The Volano is a successful type of a mixed canal for the out-flow of the drainage of a large area and for navigation.

6. The Bientina Canal in the Province of Tuscany is used to drain the valley of the same name. Its length from the lake to the Tyrrhenean Sea is 43 kilometres of which 27 kilometres are navigable. The discharge is 6 cubic metres but navigation in summer is difficult because the depth of the water is greatly diminished.

From these most characteristic examples of mixed canals, the following conclusions are reached : —

a) Mixed canals do very well, as a rule, when the interests of those who use them are not opposed to those of navigation ;

b) The larger their discharge, the better they are adopted to their double functions ;

c) It is always well that canals built for the use of agriculture should be so arranged as to allow the passage of boats of more or less great dimensions ;

d) It is not well, as a rule, that great navigation canals with a heavy traffic should be used for navigation or industry at the same time.

Report of Mr. V. Toukholka.

The report gives a few items of information on navigable canals for irrigation in countries where this type of canals has been greatly developed, especially in Italy, India and Egypt.

To the number of mixed canals in Italy mentioned in the preceding report : the Naviglio Grande, the Pavia Canal and the « Fossa » within the city limits of Milan, he adds : —

1. The Ivrea Canal (in Piedmont), 72 kilometres long, with a discharge of 17 cubic metres and an excessive slope of 0.80 m. to 1 metre per kilometre, is a navigable highway, without locks, for the transportation of salt in boats of small dimensions ;

2. The Martesana Canal, between the river Adda, to the East of Milan, the Naviglio Grande and the inside « Fossa », is a navigable highway 40 kilometres long, with five locks and slopes varying from 0.36 m. to 0.58 m. per kilometre. The lifts of the locks vary from 0.75 m. to 1.82 m.;

3. The Bereguardo Canal, to the West of Milan, receives its water from a branch of the Naviglio Grande, at Abbiategrasso, and ends at the town of Bereguardo. The canal is more than 17 kilometres long. There are eleven locks. The navigation, by reason of the small quantity of water, is insignificant.

In Northern India, in the United Provinces, one of the most important canals used for both irrigation and navigation is the Upper Ganges Canal, a cut-off on the right bank. After a course of 289 kilometres, this canal, which has a discharge of 190 cubic metres, divides into two branches, one of which enters the Ganges near Cawnpoor and the other leads off toward the

Djoumna. The length of the former is 272 km. 500 and the latter 289 km. 500. The discharge of each branch at the fork is 45 cubic metres, but in the lower part of each it does not exceed 5 cubic metres. The slope of the canal, which is a little steep at the start, falls at the 33d. kilometre to 0.23 m. per kilometre. The slope all along the canal is reduced by falls averaging 1 metre in height. Lateral canals with locks have been dug for the passage of boats. This arrangement has made a great deal of trouble for navigation, because the boats using the canal have to change their direction in order to enter the lateral canal. The strong current in front of the fall draws the boat into the main canal and toward the fall. The total length of these navigable canals is 851 kilometres, and the velocity varies from 4 to 8 feet (at the falls) per second.

The Upper Ganges Canal showed great trouble for navigation and technical defects of which some have been removed.

Most of the irrigating canals of the Nile delta play an important part as navigable highways by reason of conditions which are exceedingly favorable to this purpose. The slope of the canals is 0.04 m. per kilometre. Their lines are such that they connect the capital and other towns and villages with the sea and with each other :

1. At the East of the delta is the Ismailia canal, intended originally to furnish fresh water along the Suez maritime canal. It starts near Cairo and empties into Lake Timsah 136 kilometres away ; thence a distributer 89 kilometres long leads toward the town of Suez. The canal is 8 to 13 metres wide, 1 metre deep at low water and 2.50 m. at high water ; its discharge is 30 cubic metres per second in summer. Ten locks in all were built on the canal, of these two were near Lake Timsah in order to pass a fall of 4.30 m.;

2. The Menoufieh Canal, intended to water the country between the two branches of the Nile, has a total length of 23 kilometres, a breadth of 55 metres and a slope of 0.065 m. per kilometre. Its discharge varies, with the season, from 120 to 420 cubic metres. The Bahr-Chibin, 173 kilometres long, starts from the 23d. kilometre of the Damietta branch of the Menoufieh Canal and runs to the sea. Its discharge varies from 63 to 280 cubic metres. The depth of water in these canals varies from 3 metres to 6.50 m.;

3. The Tewfik Canal, which is navigable for a length of 110 kilometres, between the Nile and the town of Mansourah, has two locks, one at the beginning and one at the end of its course. Its depth is the same as that of the above mentioned canal and its discharge varies between 100 and 220 cubic metres ;

4. The Mahmoudieh Canal, which was intended originally to supply the city of Alexandria with fresh water, lies to the West of the Rosetta arm. It is not more than 78 kilometres long with a total slope of 0.34 m. During low water, this canal received its water only from the Katatbeh canal, of which the in-take is 170 kilometres up-stream, or, in other words, about the fortieth kilometre below the dam of the Nile.

Having finished the description of the canals named, able to subserve both navigation and irrigation, Engineer Toukholka states, in his report, that the construction of mixed canals is a question of real value which deserves the attention and study of the technicians.

There is no disagreement about the fact that, in laying out a purely navigable canal, there are certain conditions required which are not indispensable for an irrigating canal. Irrigation needs, as a rule, that the canal be laid out at the greatest possible height, whereas an artificial navigable highway is placed always in the valley or on the lowest points. Consequently, there is no coincidence in the direction of canals intended for different objects. The water supply of an irrigating canal is strictly that required by the land to be watered, whereas the supply of a navigable canal is determined by a minimum which corresponds to the depth desired for the canal and by the dimensions of the boats which circulate on it. In India, the additional water necessary to make an irrigating canal navigable was about 12 cubic metres per second for the Ganges Canal and about 19 cubic metres for the Son Canal.

Irrigating canals are constructed with such a velocity of current as may be borne by the character of the soil ; canals for navigation must have a much slower current. Hence, in preparing a project for a mixed canal, it is difficult to set limits to the velocity in the canal, because this is closely related to the width and depth of the canal. Nor must it be forgotten that irrigation utilizes all the water supplied by a canal, whereas a navigable highway is exposed to more or less great losses at its

locks, at its outlet into the sea or river, to say nothing of losses by leakage and evaporation inherent to both sorts of canals.

The limit of velocity which prevents a canal from being silted up and aquatic plants from accumulating is about 1.50 feet per second in Northern India and 2 to 3 1/2 feet in America. It has been noticed in Spain that a velocity of 2 to 2 1/2 feet a second prevents canals from being choked by aquatic vegetation. It has been found on the Sind canals in India that a velocity of more than 2 feet per second carries out all the silt to the fields, but the sand remains in the canals whence it must be removed every year by the general cleaning up of the canal.

It is also to be remarked that the limits of the velocity of the current which can be allowed for a navigable highway depend on other circumstances, as, for example, the direction of the bulk of the traffic, whether it be up-stream or downstream.

All these conditions show that it is difficult to lay out a mixed canal, and explain existing examples of the construction of a navigable highway parallel to an irrigating canal.

Views of the General Reporter.

In the question which interests us, it must be noticed that mixed canals also exist in other countries; they are to be found especially in Holland where a certain number of canals serve for navigation and for drainage, carrying the water off toward the sea. Similar arrangements are met with in the low lands of Germany. Many canals have been made in the Centre of Russia, at Riazan, Tyer and Moscow as well as in the Province of Podlesia, during the last thirty years, for draining marshes and converting them into fields, or for improving forests. About 1,500 kilometres of the canals in Podlesia are used, during the spring high waters, for rafting wood and other forest products. Although this transportation only lasts for a month or two, it is none the less of great importance, as it facilitates the getting out of the products which are the main source of riches for this province.

Taking into consideration the five reports presented to the

XIth. Congress, and bearing in mind the remarks in the preceding paragraph, it is to be noticed that irrigating and drainage canals do lend themselves well to navigation, especially in low countries, when in communication with navigable rivers and with the sea. The Godavery and Kistnah canals in India, those in the delta of the Nile, in Egypt, as well as the Volano Canal in the delta of the Po, furnish the best examples of mixed canals.

So also, lateral canals, like the Chenab canal in Northern India, or the Naviglio Canal in Italy, fulfil well their mission ; it has also been seen that even summit-level canals, like the Midi in France, easily furnish irrigations in winter.

It appears in all these examples that a large water supply and a very slight slope are the conditions which decide the possibility or development of navigation.

Finally, in thickly settled countries where it is urgent to open up navigable highways to facilitate the transportation of cheap but heavy products, the cost of making agricultural canals navigable is fully justified.

The Sauldre Canal, used to carry marl, in France ; the canals mentioned in Podlesia and in the Riazan Government, in Russia, for rafting forestry products ; and the Vizzola Canal, built recently in Piedmont for carrying salt, are examples of this sort.

It follows from all these examples that, in making the studies for a canal intended for agricultural improvements, the facility with which it can be converted to use also as a navigable highway should never be lost to sight.

On the other hand, the ideas set forth in the preceding reports show that the realization of a project for a mixed canal encounters technical difficulties, and especially the necessity of putting in lifts, in-takes for water, locks, siphons and other works of art.

After all that has been said above, the following conclusion is proposed for adoption by the XIth. Congress : —

1. The construction of a mixed canal, that is, a waterway satisfying both the needs of navigation and those of agriculture, is a special question which must be solved in each particular case ;

2. Irrigation or drainage canals are used advantageously for transporting agricultural products, fertilizers and other goods

of small intrinsic value, in agricultural countries and especially in their low, well cultivated and thickly inhabited parts ;

3. The velocity of the current in a mixed canal should be made as low as possible. According to present examples, a canal in which the velocity does not exceed 0.60 m. to 0.75 m. (= 2 to 2 1/2 feet) a second, works very well as a navigable highway.

M. F. RYTEL,
Engineer of Lines of Communication.

ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

DES

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{me} Congrès - Saint-Petersbourg - 1908

I. Section : Navigation intérieure

4. Question

DES CANAUX MIXTES

pouvant servir à la fois à la Navigation et à l'Agriculture

RAPPORT GÉNÉRAL

PAR

M.-F. RYTEL

Ingénieur des Voies de Communication

NAVIGARE



NECESSE

BRUXELLES

IMPRIMERIE DES TRAVAUX PUBLICS (SOCIÉTÉ ANONYME)

169, Rue de Flandre, 169

DES CANAUX MIXTES

Sur la question des canaux mixtes, pouvant servir à la fois à la navigation et à l'agriculture, au XI^e Congrès de navigation sont présentés les rapports de :

- 1^o MM. R. B. Buckley et Hanbury Brown, d'Angleterre ;
 - 2^o M. Fr. Haynes Newell, des Etats-Unis ;
 - 3^o M. P. Levy-Salvador, de France ;
 - 4^o MM. E. Sanjust di Teulada, Em. Cucchini et Ot. Bifulco, d'Italie ;
 - 5^o M. V. Toukholka, de Russie.
-

Rapport de MM. Buckley et Hanbury Brown.

D'après le récit de MM. R. B. Buckley et Hanbury Brown, c'est en Egypte et dans l'Inde qu'on trouve la plus fréquente application des canaux servant en même temps à la navigation et à l'irrigation. La France, l'Espagne, les Etats-Unis et l'Italie possèdent quelques canaux ayant cette double destination.

Pendant la dernière moitié du XIX^e siècle, le Gouvernement britannique a construit dans l'Inde un réseau de 19,000 kilomètres de canaux d'irrigation, dont 4,500 kilomètres sont navigables. De même, en Egypte, dans le delta du Nil, les canaux d'irrigation, sur leur longueur totale de 1,184 kilomètres, servent comme voies de transport.

Les circonstances suivantes empêchent les canaux de jouer ce double rôle :

- 1^o L'irrigation nécessite un courant dans le canal ; la navigation, dans presque tous les cas, préfère l'eau tranquille. Sous ce rapport, on trouve, pour certains canaux de l'Inde, quelques

cas où le courant crée de graves difficultés à la navigation : à certains moments, la vitesse atteint 3 pieds par seconde, afin d'éviter les dépôts de vase. Ainsi, les biefs supérieurs d'un canal d'irrigation doivent contenir absolument de grands volumes d'eau, pour les arrosages dans les parties inférieures d'un canal d'amenée et pour des raisons d'économie. En Egypte, pendant la période des crues, c'est le vent du Nord qui facilite le trafic en remonte. En conditions ordinaires, la vitesse du courant dans un canal navigable ne devrait pas dépasser 1 pied 1/2 à 2 pieds par seconde ;

2° Les intérêts de l'irrigation exigent, en beaucoup de cas, l'application de la méthode d'arrosage par tours successifs, ou en cycle, et ce système engendre des circonstances défavorables à la navigation. A ce sujet, il faut dire que, dans les pays où l'on dispose d'une insuffisante quantité d'eau, l'arrosage s'emploie par tours successifs, aux fins d'une répartition économique et proportionnelle d'eau ; l'arrosage par cycle, étant parfois compliqué, demande un fonctionnement régulier du canal, parce que chaque obstacle peut occasionner de grandes pertes pour le cultivateur. Dans ces conditions, le canal est rempli par l'eau périodiquement, c'est-à-dire que, pendant quelque temps, sa profondeur est insuffisante pour le passage des bateaux, c'est-à-dire que la navigation est plus ou moins gênée ;

3° La réglementation du canal au point de vue de la distribution de l'eau est plus difficile et plus compliquée quand les deux destinations (navigation et irrigation) doivent être employées au lieu d'une seule. L'exemple le plus frappant, sous ce rapport, nous est fourni par le canal Bernegardo, en Italie, où, en été, ce n'est que grâce aux plus strictes mesures que le canal contient un volume d'eau assurant la navigation. Les canaux de l'Inde, dans leurs biefs intérieurs, souffrent souvent de ce que leur volume d'eau est insuffisant pour compenser les pertes d'eau du fait des écluses, ainsi que par évaporation et infiltration. Un exemple de ce genre se rencontre dans le canal d'Ellora, qui crée une communication entre le fleuve Kistnah et le fleuve Godavery ;

4° L'irrigation, dans certains cas, nécessite des fermetures temporaires des canaux, et ceci est préjudiciable à la navigation. Le curage à la main des canaux encombrés par les feuilles, les herbes aquatiques et le dépôt de vase provoque une inter-

ruption dans le courant d'eau. En Egypte, ce genre de curage s'effectue pendant l'hiver, quand la récolte du coton doit être transportée vers la mer. Dans l'Inde, le curage des canaux s'opère par un système de fortes chasses, moins favorable à la navigation, à cause de la grande vitesse de courant qui résulte du procédé ;

5° L'arrosage exige souvent des variations du niveau de l'eau dans les canaux ; la navigation, au contraire, s'accommode mieux d'une hauteur d'eau constante. Cette objection a en vue l'amointrissement du volume d'eau qui se produit dans un canal si ce dernier est faiblement alimenté, et le cas où une chute de pluie inattendue éloigne le besoin d'un arrosage ;

6° Quand on ne dispose que d'un volume d'eau limité, il est souvent économique, au point de vue de l'arrosage, de fermer certaines branches d'un canal d'amenée, et ce procédé est en opposition directe avec les intérêts de la navigation. La culture du coton et de la canne à sucre, représentant en général une très grande valeur, n'est garantie qu'à la condition d'une concentration de l'arrosage, afin de diminuer les diverses pertes d'eau. Par conséquent, certaines parties des canaux contiennent alors une petite quantité d'eau, et, pendant ce temps, le mouvement des bateaux doit être interrompu ;

7° La perte par évaporation et imbibition est considérablement supérieure dans le système à deux fins que dans un canal servant uniquement à l'irrigation. Dans les districts supérieurs de l'Inde, on estime que, d'un volume de 100 pieds cubes à la seconde, seulement 66 pieds cubes arrivent aux surfaces cultivées. Dans l'Inde septentrionale, on évalue au maximum le volume d'absorption à 8 pieds cubes à la seconde par 1 million de pieds carrés de surface mouillée de terrain, et une perte de 2 à 5 pieds cubes n'est pas exagérée pour la surface indiquée. La perte supplémentaire par évaporation et imbibition, pour les canaux mixtes, peut devenir très notable pendant la saison des fortes chaleurs.

En général, quand on a en vue la construction d'un canal navigable ou d'irrigation, il est à recommander de juger chaque cas selon les conditions spéciales où il se présente.

Les arguments principaux invoqués en faveur du système à double fin sont les suivants :

Etant donnés les frais considérables qu'entraîne la construction d'un canal d'irrigation, il peut être très avantageux de ne

pas reculer devant une dépense supplémentaire pour en permettre l'accès aux bateaux. Mais la somme à dépenser dépendra alors de la vitesse du courant (à Madras : 1 pied 50 à 1 pied 75 par seconde), de la quantité d'ouvrages d'art (écluses, défense de rives), des dimensions nécessaires pour la navigation, et d'autres circonstances. Le coût effectif des ouvrages de navigation des canaux d'arrosage du Bengale et du canal de Sirhind, dans le Punjab, s'est élevé à environ 1,000 livres sterling par mille courant. Dans les Provinces-Unies, il ne s'est élevé qu'à environ 500 livres sterling par mille courant. Le revenu net produit par la navigation sur ces canaux, en 1903-1904, n'a dépassé que d'une faible fraction 1 % du capital prémentionné. De sorte que, dans l'Inde, les canaux servant à la fois pour le double but n'ont pas donné, au point de vue financier, les résultats attendus, tandis que les systèmes d'irrigation de l'Inde produisent, pris collectivement, 7 % du capital d'établissement.

L'assertion que l'arrosage se développe plus rapidement lorsque les canaux principaux sont navigables, ne trouve pas sa confirmation dans l'Inde. C'est seulement dans le delta du Godavery que nous trouvons un exemple favorable. D'un autre côté, parallèlement au principal canal Chenab, dans le Punjab, on a construit une voie ferrée, quoique le bénéfice réalisé par ce canal pendant l'exercice 1904-1905 se soit monté à 24 % de son capital.

En faveur de la navigabilité des canaux d'irrigation milite encore la circonstance que c'est le transport par eau des divers produits qui permet de les vendre à un prix moins élevé. Mais pour y arriver, il faut que le canal unisse les terrains irrigués avec les centres du commerce ou de la consommation.

Le delta du Nil est actuellement couvert d'un réseau de routes vicinales et de chemins de fer de type léger, de sorte que les canaux jouent un faible rôle dans l'échange des marchandises : c'est surtout le coton brut qui est transporté en bateau jusqu'à la mer. De même, dans l'Inde, les canaux en relation avec les fleuves débouchant vers la mer sont utilisés en grand pour le transport, tandis que, dans la partie septentrionale de ce pays, le trafic par mille courant de canal est très faible. En général, dans cinq cas sur neuf tout au moins, le trafic sur les canaux de l'Inde n'a pas atteint les prévisions des ingénieurs.

L'objection que les canaux de dérivation dérangent le passage des bateaux et le flottage sur les fleuves et vont jusqu'à

couper tout à fait la communication, doit être discutée dans chaque cas particulier. Dans la partie septentrionale de l'Inde, dans le Punjab et les Provinces-Unies, les indigènes ne sont pas accoutumés à se servir de bateaux ; au contraire, dans les systèmes des canaux du Godavery et du Kistnah, la navigation se fait sur une longueur de plus d'un millier de milles. En Egypte, grâce au barrage existant sur le Nil, près du Caire, depuis mars jusqu'à juillet, les deux bras de Damiette et de Rosette sont tout à fait privés d'eau et, par conséquent, la navigation est suspendue.

A la fin, on arrive à la conclusion que l'établissement d'un canal mixte peut être désirable et recommandable dans certaines conditions et ne l'est pas dans d'autres. Le mieux est de ne pas avoir de parti-pris sur la question et de juger chaque cas spécialement. Comme principes généraux, on peut admettre les règles suivantes :

1° Les biefs navigables du canal devraient être ceux que les nécessités de l'irrigation obligent à avoir une section transversale égale ou supérieure à celle nécessitée pour le trafic par bateau ;

2° Le parcours navigable devrait réunir des marchés importants par une route suffisamment directe, ou devrait relier des fleuves communiquant avec d'importants marchés ;

3° La contrée traversée par le canal devrait être plate et bien cultivée.

Rapport de M. Frédérick Haynes Newell.

Aux Etats-Unis, jusqu'à présent, la construction de canaux propres à diverses fonctions était réellement impossible. Des essais ont été tentés afin d'utiliser la puissance hydraulique des canaux établis pour la navigation, comme le canal Erié, dans l'Etat de New-York. Le canal d'irrigation près de la cité du Lac Salé, Utah, servait pour le transport des pierres de construction. En Louisiane, on a transporté par les canaux de drainage, sur des bateaux de faibles dimensions, diverses marchandises vers les régions habitées.

Les inconvénients pratiques des canaux mixtes sont tels,

qu'une discussion sur ce sujet se résoud par l'analyse des objections que rencontre l'emploi des canaux existants à la navigation ou à d'autres usages. Ces objections concernent :

- a) Les facilités terminales ;
- b) L'emplacement des canaux ;
- c) Les variations de débit ;
- d) Les obstacles provenant des ouvrages d'art.

Sous le nom de « facilités terminales » on comprend que, dans la navigation, les bateaux représentent, en général, une capacité beaucoup plus grande qu'une voiture de la voie ferrée et que l'arrêt d'une partie de la cargaison a pour résultat l'interruption du mouvement en avant du bateau entier. Une voiture de chemin de fer peut facilement servir à un chargement ou à un déchargement.

Emplacement des canaux : c'est-à-dire que la situation d'un canal dépend de sa destination et de certaines conditions topographiques. Pour atteindre son but, par exemple, un canal d'irrigation doit être situé au point le plus haut possible du terrain, afin d'embrasser une plus grande surface de terre, et, pour le drainage, le canal doit être tracé dans le thalweg. Ainsi, le tracé d'une voie navigable est subordonné à d'autres conditions que le tracé d'un chemin de fer.

Le transport de produits agricoles et de marchandises sur les canaux d'irrigation peut s'effectuer le plus facilement dans la partie supérieure des canaux, où leur capacité est la plus grande, mais, dans ces contrées, la quantité de ces produits est, en général, médiocre.

Jusqu'aux canaux de drainage, les marchandises doivent être transportées par chariots, ce qui augmente les dépenses du transport.

En outre, l'utilisation des canaux d'arrosage et de drainage comme voies de communication rencontre beaucoup de difficultés, par suite de leur variable débit d'eau.

Enfin, les ouvrages d'art : barrages, prises d'eau, pertuis, siphons ou déversoirs, dérangent la navigation, pour laquelle ces derniers doivent être construits d'une manière convenable.

Comme conclusion, on peut poser en fait que, pour les raisons données ci-dessus et à cause des obstacles locaux, il n'existe pas, à vrai dire, aux Etats-Unis ou dans les pays limitrophes,

de canaux importants où la navigation soit combinée avec une adaptation directe aux intérêts agricoles, tels que l'arrosage et le drainage.

Rapport de M. P. Levy-Salvador.

M. P. Levy-Salvador, dans son rapport sur les canaux mixtes, pouvant servir à la fois à la navigation et à l'agriculture, commence par un exposé de la situation actuelle en France, d'où il résulte que les régions agricoles sont à peu près dépourvues de voies navigables et que les canaux sont presque uniquement concentrés sur les contrées industrielles du Nord et de l'Est, représentant à peine le quart de la France. Les produits agricoles et les matières premières utiles à l'agriculture n'exigent pas de moyens de transport rapides. Vu leur faible valeur intrinsèque, la voie d'eau n'a à craindre aucune concurrence avec la voie ferrée. Dans de telles conditions, on suppose que la totalité du trafic par voie d'eau serait beaucoup plus élevée, si le réseau des voies navigables était plus développé, s'étendait plus uniformément sur la France, et si l'on n'avait pas négligé jusqu'ici de prendre en considération, lors de l'établissement des canaux, les besoins de l'agriculture, la principale source de richesses du pays. Par la loi de 1903, le Gouvernement est autorisé à réaliser quelques projets, et l'intérêt du pays exige qu'on se préoccupe, dans les études, à donner satisfaction aux desiderata de l'agriculture, c'est-à-dire que les canaux traversent les parties agricoles du pays et que les mêmes canaux puissent être utilisés, si possible, pour l'irrigation.

L'irrigation en France est nécessaire à la végétation, même dans les contrées où le climat est pluvieux. Dans le Nord et dans le Centre, le besoin de cette amélioration se fait sentir à des intervalles irréguliers, chaque année pendant quatre ou cinq mois. Dans le Sud et le Sud-Est, aucune culture n'est possible sans l'irrigation.

Quand on analyse toutes les conditions dans lesquelles se pratique l'arrosage, on arrive à la conviction que les grandes entreprises d'irrigation n'ont abouti, le plus souvent, jusqu'ici, qu'à des résultats financiers médiocres, et l'Etat a dû, dans un

but d'intérêt général, s'imposer de grands sacrifices pour empêcher plusieurs d'entre elles de sombrer.

Ayant en vue que de nombreuses régions réclament des arrosages, il est nécessaire de chercher à utiliser l'eau d'une manière continue et à l'employer à d'autres usages, en construisant des canaux mixtes. Un exemple de ce genre est fourni par le canal du Midi.

En 1878, on accepta la proposition de faire passer dans le canal du Midi, durant chaque hiver, un certain volume d'eau pour la submersion hivernale des vignes, opération reconnue comme la plus efficace pour vaincre le phylloxéra. L'étendue des surfaces (des vignes) submergées était de 11,000 hectares, et le volume d'eau pour la submersion varie de 12,000 à 25,000 mètres cubes par hectare, ce qui correspond à un débit de 3 litres à 6 lit. 500 par seconde pendant quarante-cinq jours que dure l'opération. Le débit du canal réservé aux submersions était 5 mètres cubes par seconde, alors que la navigation n'exige qu'un mètre cube. L'eau destinée à la submersion a été dérivée dans un aqueduc latéral. En outre, on a pris diverses mesures pour faciliter la navigation.

Les travaux nécessaires à ce but ont été exécutés pendant les périodes de chômage du canal et ont permis d'alimenter neuf canaux de submersion.

En été, l'alimentation du canal du Midi est tellement précaire, qu'il est impossible de prendre l'eau pour les besoins d'arrosage.

Cet inconvénient est propre à la plupart des canaux de navigation à point de partage.

Les difficultés que présente l'utilisation pour les arrosages d'un canal de navigation apparaissent clairement si l'on étudie l'établissement d'un canal latéral dans la vallée du Rhône.

Dans cette région à climat estival sec et chaud, où l'irrigation est un facteur essentiel de prospérité, on projette la construction d'un canal dérivé du Rhône, de Lyon à Arles, se tenant sur la rive droite du fleuve jusqu'au-dessous de Vienne (Isère), et ensuite, constamment sur la rive gauche.

Le canal aurait une longueur de 270 kilomètres environ, avec une chute totale de 160 mètres, c'est-à-dire une pente moyenne de 0 m. 70 au kilomètre. On aurait déclaré impossible d'utiliser partiellement l'eau du canal pour les irrigations, à moins d'y apporter des modifications qui demanderaient une augmentation de dépenses. Mais il est à remarquer que l'eau d'arrosage n'est

pas fournie gratuitement aux usiniers : le prix d'un litre d'eau continu, fourni pendant la saison de végétation, est de 50 francs dans les grands canaux d'irrigation, ce qui représente, pour 1,000 hectares, par exemple, l'intérêt à 5 % d'un million de francs. D'un autre côté, il paraît possible d'utiliser, dans certaine mesure, l'eau du canal latéral à l'irrigation de terres situées en contre-haut. Le débit du canal mentionné était fixé à 3 m³ 500 par seconde. Un volume de 0 m³ 500 par seconde passerait par les écluses ; le reste, suivant des aqueducs latéraux, pourrait être utilisé pour la création de forces motrices. Avec la chute totale de 160 mètres et le tracé de trente-deux écluses de 5 mètres de hauteur de chute moyenne, la force créée par chaque écluse serait de 200 chevaux et suffirait à élever plus de 150 litres d'eau par seconde à la hauteur de 40 mètres, assurant l'arrosage de 150 hectares ; par l'énergie des trente-deux chutes, on pourrait arroser 4,800 hectares de terre. De ces vagues indications il semble, qu'au cas présent, il serait possible de faire du canal latéral un véritable canal mixte.

Dans les canaux à point de partage, si l'alimentation du canal, et, avant tout, du bief du partage, est assurée par les réservoirs ou par l'élévation mécanique de l'eau de bief en bief, il semble possible d'utiliser le même canal pour l'arrosage des terres en contre-bas ; il demeure bien entendu, d'ailleurs, que les intérêts de l'agriculture ne doivent passer qu'après ceux de la navigation. Au cas où il serait reconnu possible de satisfaire les derniers sans nuire aux premiers, on pourrait songer à établir un canal mixte.

Il existe en France un canal qui a été établi dans un intérêt exclusivement agricole : c'est celui de la Sauldre. Ce canal, voie navigable de 47 kilomètres de longueur, a été construit lors des travaux d'assainissement de la Sologne de plus de 500,000 hectares d'étendue, pour transporter des marnes jusqu'au centre de la Sologne. Isolé du réseau des voies navigables, le canal de Sauldre ne peut guère avoir d'autre trafic que celui de marnes ; aussi arrose-t-on 166 hectares de prairies, exigeant un volume de deux millions de mètres cubes environ par an, au prix très réduit de 10 francs par hectare et par an.

Les canaux de navigation existant en France ont été établis uniquement en vue de desservir des intérêts commerciaux et industriels, à l'exclusion des intérêts agricoles.

D'après ces considérations, M. Paul Lévy-Salvador arrive aux conclusions suivantes sur les canaux mixtes :

1° Dans un pays agricole comme la France, il est indispensable que les canaux de navigation soient établis en vue de desservir les besoins de l'agriculture, au même titre que ceux du commerce et de l'industrie. On doit s'efforcer de faire en sorte que ces canaux puissent être utilisés pour les transports par eau des produits pondéreux, des points de production aux centres de consommation, et aussi qu'ils puissent assurer l'approvisionnement des engrais, des amendements et des matières premières nécessaires à l'agriculture. Ceci est d'autant plus désirable, que seule la voie d'eau est assez économique pour favoriser le transport des produits agricoles d'une valeur intrinsèque ordinairement faible ;

2° L'établissement de canaux uniquement destinés aux irrigations étant reconnu peu avantageux au point de vue économique, il est désirable qu'on puisse utiliser l'eau des canaux de navigation à l'arrosage des terres riveraines, non seulement de celles qui sont en contre-bas du plan d'eau, mais encore de celles qui sont plus élevées. Ce dernier résultat peut être obtenu, semble-t-il, en élevant l'eau au moyen de pompes centrifuges mues électriquement et commandées par des turbines et des dynamos. L'énergie électrique étant engendrée en utilisant les chutes des écluses ou celles des barrages des réservoirs d'alimentation. Toutefois, comme l'introduction, dans un canal de navigation, d'un fort volume d'eau uniquement destiné aux arrosages, pourrait présenter des inconvénients, notamment en ce qui concerne les augmentations de vitesse en résultant, il doit demeurer entendu que l'irrigation, qui n'est, somme toute, ici, qu'une utilisation accessoire, ne saurait être admise que dans la mesure compatible avec les intérêts primordiaux de la navigation.

**Rapport de MM. E. Sanjust di Teulada, Em. Cucchini
et Ot. Bifulco.**

L'Italie possède un réseau assez considérable de canaux mixtes. Nous parlons des canaux suivants :

1° Le Naviglio Grande, canal d'irrigation et de navigation, construit au XII^e siècle, d'une longueur de 51 kilomètres, avec une chute totale de 34 mètres et un débit de 65 mètres cubes à

l'origine de son cours, et de 12 mètres cubes à l'issue. Par conséquent, ce canal distribue 53 mètres cubes par seconde à l'irrigation ; les pertes par infiltration et évaporation ne dépassent pas un dixième environ du débit total. La vitesse du courant varie de 0 m. 25 jusqu'à 3 m. 80, avec une moyenne d'environ un mètre par seconde, de sorte que la navigation se pratique, en général, seulement à la descente et que la remonte est faite péniblement par les bateaux vides. La partie supérieure du canal Turbigio a été récemment reconstruite pour utiliser la chute d'eau à la création de la force motrice de l'usine hydro-électrique ;

2° Le canal de Pavie, pour la navigation et l'arrosage, avec onze écluses d'une longueur de 34 kilomètres, avec une chute totale de 56 m. 60. Son débit varie de 8 à 10 mètres cubes par seconde et est constitué par une partie du débit du Naviglio Grande et par le débit irrégulier de la rivière Olona, débouchant dans la darse de Milan. L'eau du canal est distribuée pour les besoins de l'irrigation, et le canal arrive au Tessin presque sans débit. A côté des écluses, on a construit des canaux employés pour la création de la force motrice. De là des conflits quotidiens entre la navigation et les usagers de la force motrice ;

3° La Fossa interna de Milan, canal de distribution et de navigation, avec cinq écluses. Ce canal traverse Milan et a une longueur de 5 kilom. 25 et une chute totale de 7 m. 90, avec un débit de 3 m³ 50 à son origine et de 0 m³ 500 environ à son issue dans la darse. La navigation s'exerce presque sans interruption seulement depuis le lever du soleil jusqu'à midi ;

4° Le canal de Vizzola pour la création d'énergie hydro-électrique pour la navigation, avec deux groupes de deux écluses chacun. Cette dérivation du Tessin a été construite en 1897 environ, sur une longueur de 6 kilom. 86, avec une chute totale de 28 mètres et un débit d'environ 70 mètres cubes, dont 67 mètres cubes sont utilisés pour la production d'énergie hydro-électrique. Un débit de 3 mètres cubes est réservé pour le service des écluses, et la navigation très limitée n'est nullement entravée par l'usine installée à Vizzola ;

5° Le Naviglio de Volano, dans la province de Ferrare est un canal d'écoulement, de navigation et d'arrosage avec deux écluses. Il a une longueur de 200 kilomètres environ et a été construit pour l'assainissement de 84,555 hectares de terrains qui souffraient des inondations du Pô, lorsqu'il rompait ses digues, ou bien des inondations dues aux eaux intérieures qui n'avaient pas

d'issue. Le canal est partagé en trois biefs par la vieille écluse de Valpagliaro et par la nouvelle écluse de Tieni, chacune d'une chute de 2 mètres.

Le débit d'écoulement atteint 40 à 60 mètres cubes au siphon sous le Panaro et de 70 à 100 mètres cubes à Codigoro. Pendant la période d'étiage et dans l'intérêt de la navigation, le Volano reçoit une dérivation du Pô et l'on peut conserver toujours un débit minimum de 4 mètres par seconde, ce qui est suffisant pour les besoins de la navigation.

Le Volano représente un type réussi d'un canal mixte d'écoulement d'un grand assainissement et de navigation ;

6° Le canal de Bientina dans la province de Toscane sert pour l'assainissement de la vallée du même nom. Sa longueur, du lac à la mer Tyrrhénienne, atteint 43 kilomètres dont 27 kilomètres sont navigables avec un débit de 6 mètres cubes ; mais en été la navigation est malaisée, parce que le tirant d'eau diminue notablement.

D'après ces exemples les plus caractéristiques des canaux mixtes, on en vient aux conclusions suivantes :

a) Les canaux mixtes conviennent en général lorsque les intérêts des usagers ne sont pas en opposition avec ceux de la navigation ;

b) Ils conviennent d'autant plus que leur débit augmente ;

c) Il importe toujours que les canaux construits à l'usage de l'agriculture soient aménagés de façon à comporter le passage de bateaux plus ou moins grands ;

d) En général, il ne convient pas que les grands canaux de navigation à trafic intense desservent en même temps l'agriculture ou l'industrie.

Rapport de M. V. Toukholka.

Le rapport donne quelques renseignements sur les canaux d'irrigation navigables, dans les pays où ce type de canaux a reçu un grand développement, particulièrement en Italie, aux Indes et en Egypte.

Au nombre des canaux mixtes en Italie, dont il a été ques-

tion dans le travail précédent : le Naviglio Grande, le canal de Pavie et la Fossa interna, il ajoute :

1° Le canal d'Ivrée (au Piémont), d'une longueur de 72 kilomètres, avec un débit de 17 mètres cubes et une pente excessive de 0 m. 80 à 1 mètre par kilomètre, représentant une voie navigable, sans écluses, pour le transport du sel par les bateaux de petites dimensions ;

2° Le canal Martesana, entre la rivière Adda, à l'Est de Milan, le Naviglio Grande et la Fossa interna, est une voie de navigation, avec cinq écluses, d'une longueur de 40 kilomètres et des pentes de 0 m. 36 à 0 m. 58 par kilomètre. La chute des écluses varie entre 0 m. 75 à 1 m. 82 ;

3° Le canal de Bereguardo, à l'Ouest de Milan, reçoit son eau d'une branche du Naviglio Grande, à Abbiategrasso, et aboutit à la ville de Bereguardo. La longueur de ce canal dépasse 17 kilomètres ; sur son parcours, on trouve onze écluses, et la navigation, grâce à la faible quantité d'eau, est insi-gnifiante.

Dans l'Inde septentrionale, dans les Provinces-Unies, un des plus importants canaux servant à la fois à l'irrigation et à la navigation est le canal du Gange Supérieur, une dérivation de la rive droite. Après un parcours de 289 kilomètres, ce canal, d'un débit de 190 mètres cubes environ, partage ses eaux en deux branches, dont l'une se jette dans le Gange, près du Cawnpoor et l'autre se dirige vers la Djoumna. La longueur de la première est de 272 kilom. 500 et celle de la seconde de 289 kilom. 500. Le débit de chaque branche est de 45 mètres cubes au point de la bifurcation, et, dans la partie inférieure, le débit ne dépasse pas 5 mètres cubes pour chaque branche. La pente du canal, un peu élevée au commencement de son cours, devient, du 33^e kilomètre de sa longueur, de 0 m. 23 par kilomètre. Sur toute l'étendue, la pente du canal est amoindrie par des chutes d'une hauteur moyenne de 1 mètre, et, pour le passage des bateaux à ces endroits, on a creusé des canaux latéraux, avec écluses. Cette disposition a créé beaucoup d'inconvénients pour la navigation, parce que les bateaux parcourant le canal sont forcés de changer leur direction pour entrer dans le canal latéral. Il arrive que le fort courant d'eau devant la chute attire le bateau dans le canal principal, vers cette dernière. La longueur totale de ces canaux navigables

comporte 851 kilomètres, et la vitesse varie de 4 à 8 pieds (aux chutes) par seconde.

Le canal du Gange Supérieur a offert de graves inconvénients pour la navigation et des défauts techniques dont une partie a été écartée.

Dans le delta du Nil, la plupart des canaux d'irrigation jouent un grand rôle en qualité de voies navigables, grâce aux conditions exclusivement favorables à ce but. La pente des canaux est égale à 0 m. 04 par kilomètre. Leur tracé est tel qu'ils unissent la capitale du pays et les autres villes et villages, d'un côté avec la mer, de l'autre côté entre eux :

1° Dans l'Est du delta est situé le canal Ismaïlieh, premièrement destiné à l'alimentation d'eau douce le long du canal maritime de Suez. Il commence près du Caire, et après un parcours de 136 kilomètres, il déverse ses eaux dans le lac Timsah ; de là, un distributeur, d'une longueur de 89 kilomètres, se dirige vers la ville de Suez. La largeur du canal est de 8 à 13 mètres, sa profondeur, de 1 mètre à basse eau et de 2 m. 50 aux hautes eaux, et son débit par seconde, de 30 mètres cubes en été. En tout, sur le canal, on a construit dix écluses, dont deux sont construites à l'entrée du lac Timsah, pour passer une chute de 4 m. 30 ;

2° Le canal Menoufieh, destiné à l'arrosage des terres comprises entre les deux branches du Nil, a une longueur totale de 23 kilomètres et 55 mètres de largeur, avec une pente de 0 m. 065 environ par kilomètre. Son débit varie, selon les saisons, de 120 à 420 mètres cubes. Le long de la branche de Damiette du canal Menoufieh, au 23° kilomètre, se détache le Bahr-Chibin, long de 173 kilomètres, se jetant à la mer ; son débit varie de 63 à 280 mètres cubes. La profondeur d'eau dans les dits canaux va de 3 mètres à 6 m. 50 ;

3° Le canal Teoufikieh, navigable sur une longueur de 110 kilomètres, entre le Nil et la ville de Mansourah, est muni de deux écluses, au début et à la fin de son parcours. Sa profondeur est celle du canal mentionné et son débit balance entre 100 et 220 mètres cubes ;

4° A l'Ouest de la branche de Rosette se trouve le canal Mahmoudieh, dont la première destination était de servir à l'alimentation d'eau douce de la ville d'Alexandrie. Sa longueur ne dépasse pas 78 kilomètres, et sa pente totale était de 0 m. 34.

Pendant l'étiage, ce canal recevait ses eaux uniquement du canal Katatbeh, dont la prise est à 170 kilomètres en amont, ou, en d'autres termes, vers le quarantième kilomètre en aval du barrage du Nil.

Ayant terminé la description des canaux mentionnés, pouvant à la fois servir à la navigation et à l'irrigation, l'ingénieur Toukholka, dans son rapport, déclare que la construction des canaux mixtes constitue une question d'une valeur réelle, qui mérite l'attention et l'étude des techniciens.

On est d'accord pour admettre que, dans l'établissement d'un canal simplement navigable, il faut exiger certaines conditions, qui ne sont pas indispensables dans la construction d'un canal d'arrosage. En effet, l'irrigation demande, en général, que le canal soit tracé le plus haut possible, tandis qu'une voie navigable artificielle se place toujours dans la vallée ou sur les points les moins élevés. Par conséquent, il n'existe pas de coïncidence de direction des canaux destinés à différents buts. Le débit d'eau d'un canal d'amenée se conforme strictement à la surface des champs irrigués, tandis que le débit d'un canal navigable est limité par un minimum correspondant à la profondeur voulue dans le canal et aux dimensions des bateaux le parcourant. Dans l'Inde, le supplément d'eau nécessaire pour qu'un canal d'arrosage soit navigable était, dans le canal du Gange, de 12 mètres cubes environ, et, dans celui du Son, de 19 mètres cubes.

Les canaux d'arrosage sont exécutés avec la vitesse de courant admissible d'après le caractère du sol ; les canaux navigables demandent, au contraire, une plus petite vitesse. Dès lors, en faisant un projet de canal mixte, il est très difficile de fixer les limites de la vitesse dans le canal, parce que cette dernière est en relation étroite avec la largeur et la profondeur du canal. Ainsi, il ne faut pas oublier que l'irrigation utilise toute la quantité d'eau amenée par un canal, tandis qu'une voie navigable est exposée à des pertes plus ou moins considérables par les écluses et par son embouchure dans la mer ou dans un fleuve, sans parler des pertes par infiltration et par évaporation, propres à tous les deux systèmes de canaux.

La limite de la vitesse empêchant l'envasement d'un canal et la végétation des plantes aquatiques est, dans l'Inde du Nord, de 1 pied 1/2 par seconde, en Amérique de 2 pieds à 3 pieds 1/2. En Espagne, on a constaté qu'une vitesse de 2 pieds à 2 pieds 1/2

par seconde empêche les canaux de se remplir de végétation aquatique. Ainsi, dans l'Inde, sur les canaux du Sind, on a trouvé qu'avec une vitesse de plus de 2 pieds par seconde, toute la vase est transportée sur les champs, mais le sable reste dans les canaux et il doit être enlevé chaque année par le curage du canal.

D'autre part, il est à remarquer que les limites de la vitesse de courant admissibles dans une voie navigable, dépendent d'autres circonstances, comme par exemple, la direction dans laquelle la navigation doit se faire, en d'autres termes, si elle doit s'effectuer en remontant ou en descendant.

Toutes ces conditions montrent que l'établissement d'un canal mixte présente des difficultés, et expliquent qu'il y ait des exemples de construction d'une voie navigable tracée parallèlement au canal d'arrosage.

Considérations du Rapporteur Général.

Sur la question qui nous intéresse, il est à remarquer que les canaux mixtes existent aussi dans d'autres pays ; nous avons particulièrement en vue les Pays-Bas, où un certain nombre de canaux jouent le rôle d'une voie navigable et d'un canal d'écoulement, conduisant les eaux vers la mer. On rencontre de semblables arrangements dans les parties basses de l'Allemagne. En Russie, on a établi, pendant les trente dernières années, au Centre, à Riazan, Tver et Moscou, ainsi que dans la province connue sous le nom de Podlésie, de nombreux canaux, ayant pour but le dessèchement des marais, afin de les transformer en prairies, ou pour améliorer les forêts. En Podlésie, une partie des canaux, 1,500 kilomètres environ, au printemps, pendant la saison des hautes eaux, servent au flottage des bois et d'autres produits des forêts. Quoique ce transport ne dure qu'un à deux mois, il est néanmoins d'une grande importance, en facilitant l'écoulement des produits qui représentent la principale source de la richesse de cette province.

Prenant en considération les cinq rapports présentés au XI^e Congrès, et ayant en vue ces dernières remarques, il est à constater que les canaux d'arrosage ou d'écoulement s'accommodent bien à la navigation, avant tout dans les régions basses.

étant en communication avec les fleuves navigables et avec la mer. Les canaux du Godavery et du Kistnah, dans l'Inde, ceux de l'Egypte, dans le delta du Nil, ainsi que le canal Volano, dans le delta du Pô, nous donnent les meilleurs exemples de la solution des canaux mixtes.

De même, les canaux latéraux, comme le canal Chenab, dans l'Inde septentrionale, ou le Naviglio Grande, en Italie, remplissent bien leur destination ; aussi avons-nous vu, que même dans les canaux à point de partage, comme le canal du Midi, en France, les irrigations hivernales des vignes s'opèrent facilement.

Dans tous ces exemples, c'est un grand débit d'eau, paraît-il, et une insignifiante pente du courant qui sont les conditions décidant de la possibilité ou du développement de la navigation.

Enfin, pour les pays à population dense et dans lesquels il est urgent de créer des voies navigables pour faciliter le transport des produits pondéreux et d'une faible valeur, les dépenses destinées à rendre navigables les canaux ayant pour but une amélioration agricole sont parfaitement justifiées.

En France, le canal de Sauldre, servant pour le transport des marnes ; en Russie, les canaux mentionnés en Podlésie et dans le gouvernement de Riazan, pour le flottage des produits forestiers ; enfin, le canal Vizzola, au Piémont, construit dernièrement pour le transport du sel, nous montrent des exemples de ce genre.

Il résulte de tous ces exemples que, dans les études d'un canal destiné à une amélioration agricole, il faut avoir en vue la facilité avec laquelle ce dernier peut être arrangé comme voie navigable.

D'un autre côté, les considérations exposées dans les rapports susnommés nous indiquent que la réalisation d'un projet de canal mixte se heurte à des difficultés techniques et particulièrement à la nécessité de l'établissement de chutes, de prises d'eau, d'écluses, de siphons et autres ouvrages d'art.

D'après tout ce qui a été dit plus haut, nous proposons au XI^e Congrès de navigation la conclusion suivante :

1^o L'établissement d'un canal mixte, c'est-à-dire d'une voie d'eau satisfaisant à la fois aux besoins de la navigation et à ceux de l'agriculture, est une question spéciale et doit être résolu dans chaque cas particulier ;

2° Dans les pays agricoles, et surtout dans leurs régions plates, bien cultivées, d'une population dense, les canaux d'irrigation ou d'écoulement servent avec profit pour les transports des produits agricoles, des engrais et d'autres marchandises d'une faible valeur intrinsèque ;

3° La vitesse du courant dans un canal mixte doit être ralentie le plus possible. D'après les exemples existants, un canal dont la vitesse ne dépasse pas 0 m. 60 à 0 m. 75 par seconde fonctionne bien en qualité de voie navigable.

M. F. RYTEL,

Ingénieur des Voies de communication.

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF MARYLAND

PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION

OF

NAVIGATION CONGRESSES

XI. Congress -- Saint-Petersburg -- 1908

I. Section : Inland Navigation

4. Question

CANALS WHICH SERVE

BOTH FOR

Navigation and for Irrigation

REPORT

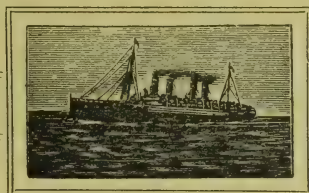
BY

R. B. BUCKLEY, C. S. I.

AND

Hanbury BROWN, K. C. M. G.

NAVIGARE



NECESSE

BRUSSELS

PRINTING OFFICE OF THE PUBLIC WORKS (CO, LTD.)

169, rue de Flandre, 169

THE ADVANTAGES AND INCONVENIENCES

OF

Canals employed both for Irrigation and Navigation

Egypt and India are the two countries which rely most largely on irrigation for their agriculture. They are the two, also, which have, to a far greater extent than other countries, made their main lines of irrigation canals navigable. In France and Spain there is a considerable area under canal irrigation, but few of the canals which effect the irrigation in those countries are navigable: the Imperial Canal of Arragon (1) in Spain, commenced in 1528, is one of the few which is. In Italy there are several instances of Irrigation Canals (2) which have been made navigable, and it is believed that Italian Engineers rightly claim the credit (3) of having invented the water-lock for navigation, in the early years of the 15th. century. The Naviglio Grande, the Bereguardo, the Naviglio Martesana, and the Pavia Canals, near Milan, are examples of Irrigation Canals in Italy which are navigable. The last was constructed as an Irrigation Canal in 1359, but was made navigable (4), in consequence of a decree issued by the first Napoleon on the 20th of June 1805. The Cavour Canal, which is the most modern, and the most important, of the larger Italian Irrigation Canals, is not navigable. In the Western States of America and in Canada the canals which carry water for a constantly growing area under

(1) *Rivers and Canals*, by VERNON-HARCOURT, pp. 25, 227.

(2) *Irrigation in Southern Europe*, by SCOTT MONCRIEFF.

(3) *Italian Irrigation*, by BAIRD SMITH, p. 259.

(4) *Italian Irrigation*, by BAIRD SMITH, p. 235.

irrigation are small and are not navigable. In all these countries there are canals which are navigable, but they are designed for navigation only and are not used for irrigation. In India, on the other hand, about one fourth of the irrigation canals are purposely made to serve both for irrigation and for navigation. There are, approximately, 19,000 kilometres of irrigation canals in India, of which 4,500 kilometres are navigable. There are, besides, some 48,000 kilometres of distributary channels. Nearly the whole of these canals have been constructed by the British Government during the latter half of the last century, and the fact that so large a proportion of them was made navigable was partly due to the influence of Sir Arthur Cotton R. E., the great engineer who did so much for irrigation in India. He was of the opinion that it was economical to make all irrigation canals navigable, and estimated (1), in 1854, that in the case of the great Ganges Canal the profits would be doubled by making it navigable. Time has proved that this estimate was entirely fallacious. The Canal gives handsome profits from irrigation, but the navigation revenue is insignificant and the traffic is small.

The Delta of Egypt furnishes instances of irrigation canals which have been made navigable. In Egypt there are no navigation canals, properly so called, that is, canals which serve the needs of navigation only. Irrigation is so vital and universal a necessity in Egypt that, if a canal were to be made for navigation, it would certainly be utilized for irrigation, and it would not be long before the claims of irrigation would be given precedence over those of navigation. There is an instance of this having actually happened. The Mahmudia Canal, when constructed, was intended to provide a navigable waterway connecting the harbour of Alexandria with the Rosetta Branch of the Nile, but it has now become at least as much an irrigation as a navigation Canal.

The principal navigable lines of the Delta of Egypt are through-lines connecting Cairo with Alexandria, Rosetta, Damietta and Ismailia, where they have outlets either to the Mediterranean Sea or to the Suez Canal. These through-lines

(1) *Public Works in India*, by Lt. Col. A. COTTON, 1854.

consist partly of river reaches and partly of canals. There are, besides, a few navigable branch lines in connection with the through-lines, and also disconnected minor navigable lines in the North of the Delta, which abut on the State Railways in communication with Alexandria.

The through-routes have the following lengths :—

Cairo to Alexandria harbour	River : 68 kilometres
	Canal : 200 »
	<u>Total : 268 kilometres</u>
Cairo to the sea below Rosetta	River : 120 kilometres
	Canal : 120 »
	<u>Total : 240 kilometres</u>
Cairo to the sea below Damietta	River : 120 kilometres
	Canal : 112 »
	<u>Total : 232 kilometres</u>
Cairo to the Suez Canal at Ismailia	Canal : 144 kilometres

Altogether in Lower Egypt there are 1,184 kilometres of irrigation canals which are navigable.

In considering the question of the advantages and inconveniences of making canals to serve both for irrigation and navigation, it will be well to state, at first, those considerations which tell against the amalgamation of the two duties. They are these :—

I. Irrigation demands a flow of water in the channel : navigation, in almost all cases, prefers still water.

II. The interests of irrigation necessitate, in many cases, the application of the method of irrigation by turns, or in rotation, a practice which produces conditions inconvenient for navigation.

III. The regulation of the canal water is more difficult when the two duties have to be carried out in place of one of them only.

IV. Irrigation, in some cases, involves temporary closures of the canals to the prejudice of navigation.

V. Irrigation often requires that the level of the water in the channels should vary: navigation is best served by a constant depth.

VI. When the supply of water is scanty, it is often economical, from the irrigation point of view, to close certain lengths of an irrigation canal, a proceeding directly opposed to the interests of navigation.

VII. The loss by evaporation and absorption is considerably greater with the double-duty system than it is in a canal serving irrigation only.

With reference to the first point, it is obvious that under ordinary circumstances still water in a canal is the most favourable condition to navigation, as boats can be propelled in either direction without encountering the resistance of a current. Of course, if the transport of goods is largely in one direction, and that direction is the same as that of the flow of the water, then a flowing canal is advantageous to navigation, as the full boats go with the stream and the empty ones return against it. But this is a condition of affairs which can rarely occur. In some cases, on Indian canals, the current is so strong that it interferes greatly with the navigation on them, and this has been found to be a serious impediment to their efficiency. These canals are frequently made to carry the largest discharge possible with the object of reducing silt deposits, and at such times they flow with a velocity of about three feet a second. Against so high a current the canal steamers and native boats have much difficulty in making way. The upper reaches, at any rate, of an irrigation canal must always carry large quantities of water for use lower down, and it is, therefore, desirable, for economical reasons, to arrange for a high velocity and consequent reduction in the dimensions of the channel. If, therefore, irrigation is the only interest the canal has to serve, the velocity should be, so far as the slope of the country allows, as high as possible, provided that it be not so high as to cause damage to the sides or bed of the canal by scour. The velocity would consequently vary with the nature of the soil through which the canal passed. The higher the velocity the smaller would be the channel required to carry a given discharge, and the less tendency would there be for the silt to be deposited by the flowing water. But a velocity so determined would certainly prove inconveniently high for boats ascending the canal. In Egypt some of the

navigable canals have, especially during the flood season, velocities that would seriously interfere with the traffic ascending them, were it not that the north wind is a constant friend of the boatmen when the stream is against them, the general direction of the canal flow being from south to north.

When the natural conditions do not, as in Egypt, partly neutralize the resistance offered by a current of high velocity, the rate of flow must be reduced if a canal is to be adapted to navigation. This, of course, necessitates a channel of larger cross section to carry the discharge required to meet the needs of irrigation. Under ordinary conditions the velocity flow in a navigable canal should not exceed from one and a half to two feet a second.

With regard to the second consideration affecting navigation, the manner in which the system of irrigation by rotation operates must be explained. In those countries where the rainfall is so deficient that the crops depend mainly on irrigation, the demand for water is frequently greater than the available supply. In such cases some system of irrigation by turns has to be imposed on the cultivators to ensure economical and just distribution of the water. The programme of rotation laid down for observance is sometimes complicated, and anything which interferes with its smooth working may produce confusion in the irrigation arrangements at a critical time and thereby occasion loss of crops. If the irrigation canal is a recognized water-route for boat traffic, it may happen that the boats, carrying important cargoes, may be navigating the canal at the period when the greatest difficulty is felt in the distribution of water for irrigation. Serious consequences, or heavy claims for compensation, might result from unforeseen delays in transit. If the vessels should run aground in consequence of a deficient depth of water, due to the working of the rotation programme, the official in charge of the canal might find the situation embarrassing. For he would have to decide whether he should upset his irrigation arrangements, to provide sufficient water for floating the boats, and face the ill consequences to the crops, or whether he should abide by his rotation programme and face the consequences of delaying the boat traffic until a greater depth of water could be arranged for without interfering with the necessities of irrigation.

But, even on canals where regular « rotations » are not in force, the amalgamated system makes the regulation of canal water (III), at times, very difficult. For instance, the canal of Berueguardo in Italy is one which combines irrigation and navigation, and furnishes an illustration of the difficulties which the dual system involves. Mr. P. J. Flynn (1) and Col. Baird Smith (2) both point out that it is with difficulty, and only by the strictest measures, that the supply for navigation is secured during the summer, on account of the urgent demands for the water for irrigation. The people drain off the water from the canal for their fields so largely that the navigation is impeded, or even completely stopped, and it is occasionally necessary to close the irrigation outlets in order to enable a boat to pass through the reach. The same difficulty occurs on Indian canals, though it is generally in the lower reaches only that the want of water is felt. But this is not usually due to the effect of the irrigation outlets in those reaches themselves, so much as to the withdrawal of water from the higher reaches for irrigation : the latter cause leads to a supply being sent forward in quantity which is insufficient to compensate for water lost in lockage and by evaporation and absorption.

A case in point is the Ellore Canal (3), which is a through line of communication between the Kistna and Godavery river. On that canal the necessity of keeping sufficient water for heavily laden boats, leads, at times, to surplus water being drawn into it and discharged out of it again by escapes, and, at other times, to less water than is really suitable to the needs of irrigation being given to the distributaries fed by the canal. It is moreover a fact that a desirable extension of irrigation from the lower reaches of the canal has not been carried out because it would materially increase the difficulty, which already exists, of keeping the navigation open.

With reference to (IV), the prejudice caused to the interest of navigation by temporary closures of canals, inconveniences arise in the following manner. In some cases, when silt is permanently deposited in an irrigation canal, it has, usually, to be cleared either continuously, or from time to time, to main-

(1) *Irrigation Canals and other Irrigation Works*, by P. J. FLYNN, p. 244.

(2) *Italian Irrigation*, by R. BAIRD-SMITH R. E. Vol., I p. 232.

(3) *The Engineering Works of the Godaveri Delta*, by C. T. Walch. pl. 146.

tain a channel of sufficient capacity to carry the necessary volume of water. This can be effected either by dredgers, which do not affect the continuity of the water supply, or by closing the canal and removing the silt by hand. When dredging is the system employed on an irrigation canal which is also navigable, the dredgers have frequently to stop work to let boats pass, and both dredgers and boats are a hindrance to each other. If the silt is to be hand-cleared by closing the canal and running it dry, the time of such closure on irrigation canals will be fixed to suit the needs of irrigation, and the navigation may thus lose its water-route at a time when it is much needed. In Egypt canal clearances by hand take place during the winter months, when there is no demand for water for irrigation, but while there is much cotton in the country destined for Alexandria, the transport of which would be much facilitated and cheapened if the navigable canals were kept running. In India the closure of irrigation canals for silt clearance is, now, avoided to a large extent by a system of large discharges and flushes, which, while they prevent the deposit of silt, render those canals, which are also used for navigation, less suitable for the latter purpose, as the velocity engendered is too high for the convenience of the boats.

With reference to (V), the point that navigation demands a fairly constant depth and irrigation a varying one, it must be remembered that the demand for water for irrigation is, in most cases, one which is constantly fluctuating. A heavy fall of rain will often completely stop the demand for the time. When this occurs, it is economical, if the supply of water is scanty in the source from which it is drawn, to reduce the discharge and consequently the depth of the canal. This may hinder the boats, and, if the navigation must be kept up by continuing the discharge, will prevent the storage of the surplus water, which might, otherwise, be possible.

The desirability of closing a part of an irrigation canal (VI) arises from the fact that in some canals both in India and in Egypt the summer supply is very limited. In summer time the sugar-cane and cotton crops, which are very valuable ones, demand irrigation, and highly beneficial results can be obtained from the water. At such times, the most economical way of utilizing the available volume of water is to concentrate the irrigation as much as possible, for, by so doing, a far larger

area can be irrigated. If the whole length of the canals is kept open, the available volume is spread over a large tract of country and the loss, from various causes, is increased, while the area of the crops benefitted is correspondingly reduced. If it is necessary to keep up the navigation throughout the whole length of a canal, it becomes very difficult to concentrate the irrigation, and there is accordingly a loss of water due to leakage and other causes.

Few people appreciate the importance of the loss of water which occurs from evaporation and absorption. One of the objections to making irrigation canals navigable (VII) is that the loss of water from this cause is considerably increased. On all irrigation canals this loss is a heavy one. It is estimated that in the Upper Provinces of India, out of every 100 cubic feet per second entering the head of a large canal system, 15 cubic feet per second are lost in the main canals, 7 cubic feet are lost in the distributaries, and 22 cubic feet in the village water-courses, so that, out of 100 cubic feet taken from the river, only 66 cubic feet reaches the fields. Where an irrigation canal is designed simply to supply water to the crops, the cross section of it can be maintained at the dimensions required to pass the discharge at any particular point. When the same canal has to be made navigable, it is, for the reasons just stated, usually materially increased in dimensions, and there is, consequently, a larger water surface exposed to evaporation, and, very often, a material increase in the wetted surface of the soil, on the bed and banks, which is constantly absorbing the water into the subsoil. The amount of such absorption varies greatly in different canals. It is usual, in Northern India, to reckon the absorption as about 8 cubic feet per second from each 1,000,000 square feet of wetted surface of soil. This is a high figure. But 2 to 5 cubic feet per second is not unusually lost from 1,000,000 square feet of wetted surface. The increased loss from evaporation and absorption, due to making a canal serve for navigation as well as for irrigation, may, in the hot season, be a very substantial one, involving a corresponding loss of irrigation revenue.

But, in spite of the many objections there are to the combination of the two services of irrigation and navigation in one canal, the advantages sometimes more than counterbalance the disadvantages. It is advisable, therefore, when the question is

raised whether any particular irrigation canal should be adapted to navigation or not, to decide each case on its own merits.

The canals of an irrigation system can be grouped in two categories, namely, carrying canals and distributing canals. The carrying canals include the main canals and some of the principal branches: the distributing canals include all directly irrigating canals, whether known as branch canals or distributaries. The carrying canals are run with a constant discharge and are not used for direct irrigation in canal systems worked on sound principles. The distributing canals are run with an intermittent supply, high and low periods alternating, and all water required for irrigation is drawn directly from them. It is the carrying canals, therefore, which can be made navigable with the less inconvenience, as there are no sudden and frequent fluctuations of levels in them as there are in distributing canals. When an irrigation canal of the carrying class follows a direct line connecting navigable reaches of a river, or rivers, in communication with important markets, it may with advantage be made navigable if a through route is thereby provided. It is seldom, however, that the line best suited to a canal as an irrigating channel coincides with the direct line connecting the producing areas with the markets where the products are to be disposed of. But in the case of the Delta canals of Egypt, as well as in that of the Godaveri and Kistna Canals in India, there are the same strong reasons for adapting the waterways to navigation. During many months of the year they carry off all, or nearly all, the river supply, and so cut off the upper waters of the river that feeds them from the seaboard. They traverse flat and fully cultivated deltas in which there are no great falls of country surface to be overcome and which are ill provided with roads.

At the time when the British Government took the matter of irrigation in India strenuously in hand, nearly all Indian engineers advocated the system of making canals, which were primarily required for irrigation, serve the purpose of navigation also. In Egypt, some 20 years ago, the perfecting of the means of irrigation and the consequent diversion of all the river water into canals at the head of the Delta, destroyed the navigability of the two deltaic branches of the Nile. Consequently an obligation was imposed on the irrigation engineers, who brought this result about, to provide a substitute for the river

by creating through routes for navigation by way of the irrigation canals. A special reason for making some of the irrigation canals of the Delta of Egypt navigable decided the matter in this particular case.

The chief general reasons given in support of the dual system are :—

I. That, when the heavy cost of constructing an irrigation canal had been undertaken, it was a mistaken policy to refuse to expend the comparatively small extra sum required to make it available for boats.

II. That the development of irrigation is more rapid when the main canals are navigable.

III. That, even if the revenue, derived from irrigation, did not yield an adequate return on the extra capital cost, still, unremunerative expenditure was justifiable, if the canal would materially aid the people in exporting the extra products fostered by the irrigation.

IV. That the canals draw off the supply from the rivers and so injure the means of transit on them, and that, as compensation, the canals should be made navigable.

V. That if the natural waterways of a country are utilised by boats, it is most desirable that any irrigation canals, which may connect the different rivers should be made navigable in order to extend the means of communication.

As regards (I) the extra cost of making navigable a canal, which is primarily required for irrigation, it is by no means easy to estimate the difference in cost between an irrigation canal of given capacity, and one of the same capacity which is suitable for navigation : the difference is by no means represented by the cost of the locks which have to be added at the canal falls. There are several other causes which increase the cost. In the first place it may be necessary, if navigable conditions are to be produced, to restrict the velocity of the water below that which might otherwise be allowed. A velocity of more than two feet a second will perceptibly check boat traffic, and, a reduction of the velocity will necessitate a larger channel and more frequent falls in the canal. In Madras indeed a velocity of 1.50 to 1.75 feet per second is considered to be the highest allowable in a canal which is used for navigation. The reduction of the velocity may not only cause an increase in the first

cost of constructing a canal, but an increase of annual expenditure on its maintenance, if the velocity is so low as to cause heavy silt deposits. Then, secondly, as it is often desirable to impound the water in reaches of navigable canals at times of low discharge, it becomes necessary to increase the height of the banks and of the masonry works near the end of each reach. Then, a third point is that, a navigable canal cannot be reduced in width in accordance with the discharge required for irrigation; it is consequently often necessary to make the canal, in its lower reaches, much wider than is required for the purposes of irrigation only. A fourth consideration is that, as frequent locks are to be avoided, in consequence of the delay caused to traffic, the reaches are lengthened as much as possible in a navigation canal, with the result that the volume of the earth-work, both above and below the locks, is greatly in excess of that which would be necessary in a channel designed for irrigation only. A fifth point is that the height of all bridges has to be increased with the consequent expense of long approaches to them. Sixthly, a certain quantity of water is consumed in passing the boats through locks, which is lost for irrigation if the canal finally tails into a river: this is a disadvantage which may be of great moment in the hot weather when the supply is scanty and water is very valuable for the crops.

In the capital accounts of the irrigation works of India the cost of the navigation works is shown, but the figure only includes the locks and other masonry works essential for navigation: it takes no account of the various elements of increased cost just mentioned. The actual cost of navigation works on the Bengal irrigation canals, and on the Sirhind Canal in the Punjab, was about £ 1,000 a mile: in the United Provinces it was only about £ 500 a mile. But it may be fairly estimated that, taking all things into account, the difference of cost between a canal designed purely for irrigation, and the same canal adapted for navigation also, is from £ 1,000 to £ 2,000 a mile in India. The capital sum which appears in the accounts for making some 2,800 miles of irrigation canals navigable is only £ 1,180,000. But for the reason just explained the true cost of making the irrigation canals navigable in India was probably at least £ 2,500,000. The net revenue derived from navigation on these canals, after paying actual expenses on the locks etc., only amounted (in 1903-1904) to about £ 8,700 or a

small fraction of one per cent on the above capital sum. So that, judged from a financial standpoint, the result of making irrigation canals navigable in India has not been successful.

Canals in India which have been constructed purely for navigation, and which are not used for irrigation at all, give much better results. The fact points to one great reason why Indian canals, which serve the two purposes, are not financially successful as regards navigation alone. It is this. The lines which have been constructed for navigation only follow, more or less, the route of the local trade : the canals designed primarily for irrigation necessarily follow lines which are most suitable for cultivation and do not follow trade routes. They are, therefore, rarely well placed for navigation. It has been said that most navigable canals in India take off from a river which is not navigable, avoid all the main towns, and end in a rice field. Like many general statements this one only expresses a partial truth, but the truth in it is large. The irrigation canals in India which have been made navigable often give facilities to the people whose villages are near them, and, seeing that, taken collectively, the irrigation systems of India pay 7 per cent on their capital cost, it should not be made a matter of objection that one function which they fulfil is not in itself directly remunerative to the State. This is a view of the matter which may frequently make it desirable to give navigation facilities on a canal the main purpose of which is for irrigation.

As regards the statement (II) that irrigation develops more rapidly when the main canals are navigable, it may be said that Indian experience does not confirm the opinion to any large extent. It is believed that in the Madras Deltas, in which all means of communication were, at the time the canals were made, in a very backward state, and where the people were accustomed to boats, the navigability of the canals was a distinct aid in encouraging the use of water. This was particularly the case on the Godavery Canals (1). Mr. T. C. Walch, formerly the Chief Engineer of Madras, writes : « There cannot be the slightest doubt that the provision of cheap carriage not only in and about the district itself, but also in the neighbouring

(1) *The Engineering Works of the Godaveri Delta*, by G. T. WALCH, p. 145.

districts and to an excellent sea port, contributed largely to the rapidity with which the Godavery irrigation developed, and the district sprang into prosperity. In this way the cost of works, specially required for navigation, has been repaid over and over again, quite irrespective of the district returns from boat licences, tolls and so on. »

But this was not invariably the case. The Kurnool-Cuddapah canal, in Madras, was made navigable throughout its main lines and it has failed to be successful either from the point of view or irrigation or navigation, from causes mainly connected with the soil. On the other hand the Godavery and Kistna Canals are cases plainly pointing to the advantages of navigation. Indian Engineers have, of late years, been generally opposed to making irrigation canals navigable, and, in the most modern example of a great canal, not only was it not made navigable, but, almost simultaneously with the construction of the canal, a railway was run through the heart of the irrigated country parallel with the main channels of the canal. The Chenab Canal in the Punjab is the one referred to. It is the largest canal in India : it carries as much as 10,000 cubic feet (283 metres) a second : it commands a tract of country about 130 miles (200 kilometres) broad and irrigates from 2 million to 2 1/2 million acres (80,000 to 100,000 hectares). The country was unpopulated before the canal was made and there were no roads ; now there are large exports of wheat. Although all these circumstances appear most favourable to navigation, the engineers decided that the extra cost was not justifiable. The Chenab Canal paid 24 1/2 per cent on its capital outlay in 1904-1905 (1).

The third argument in favour of making irrigation canals navigable (III) rests on the theory that the people are not able to export their produce cheaply without water carriage. There is no doubt that, in some irrigation tracts, this is so. In some cases it does so happen that the canals are on the line which the produce has to follow, that is, they lead to the nearest market town or the nearest railway station. But in many cases this is not the state of affairs. The canals are, of course, aligned with a view to their usefulness as irrigating channels, and, in the majority of cases, they do not lead to the most convenient place for the disposal of the produce. As the farms are not

(1) *Review of Irrigation Work in India*, SIMLA, 1st Oct., 1906.

always immediately in contact with the navigable lines, the cultivator who desires to export his produce by boat, must carry it, by cart or other means, to the navigable canal : he must also, at the other end of the boat journey, probably, provide a cart to take the goods to market, railway station or store, where he has to deposit them. Unless the lead from the farm to the ultimate destination is a very long one, the farmer may think it better, and as a fact often does think it better, to carry the produce direct from the farm to its destination by cart, as he avoids, by that means, the loading into and the unloading from the boat : and very often, the cart being his own, it costs him less to use the cart than to hire a boat.

In Egypt there are very few carts to be found outside the large towns, though, during the last 20 years, what are known as « agricultural roads » have been made connecting the principal towns and villages of the Delta. The camel and the donkey do practically all the work of transporting the produce of the land from the fields to the railway or canal which is to carry it to its destination. Light railways have of late years been added to the means of transport, and the value of the canals as feeders to the State Railways has been lessened in consequence. Still there are some navigable canals which carry a considerable traffic and assist materially in cheapening the transport of bulky goods. The cotton in its unginned state, as it comes from the fields, is extremely bulky. As a rule, before it is put on to the railway, it undergoes the process of ginning, which separates the cotton from the seed. The cotton, thus separated, is then compressed with considerable force into bales and loses much of its bulk. In this way it is given a more convenient form for transport by railway. It is when the cotton is in its uncompressed condition, before being ginned, that boats prove to be more suitable as carriers than railway waggons on the one hand and than donkeys and camels on the other. At most of the important points where the water-routes touch the State railways there is a ginning factory to which the boats bring the loose cotton in sacks, and from which it is despatched in tightly compressed bales. Some of the navigable canals connect producing areas of cultivation, which possess neither roads nor railways, with a ginning factory and a railway. When such is the case, the adaptation of the canal to navigation will un-

doubtedly diminish the drawbacks which act as a discouragement to extension or intensification of cultivation, and provide a cheap means of transport when practically none other exist.

The foregoing details concerning the inland transport of cotton in the Delta of Egypt are given as furnishing an example of local considerations which affect the question of navigation, and suggest the desirability of judging each case on its own merits when deciding whether an irrigation canal shall be made navigable or not.

The following statement (1) shows the traffic on some of the chief Indian canals, which are primarily for irrigation, but which are also navigable :—

CANALS	Length of navigable Channels in miles	Approximate value of cargo in pounds sterling	Tonnage of boats during the year	Tonnage of boats per mile of navigable channel	
BENGAL :					
Orissa Canals	250	500,000	262,544	1,280	Average of three years ending. March 1905.
Sone Canals	218	90,000	36,964	169	
Midnapore Canals . .	72	350,000	248,627	3,453	
UNITED PROVINCES.					
Ganges Canals. . . .	213	94,000	58,926	143	For the year 1904-1905.
Lower Ganges Canal .	199				
Agra Canal.	125	400	1,274	10	
PUNJAB :					
Western Jumna Canals	243	128,000	49,132	202	For the year 1904-1905.
Sirhind Canal	189	23,000	7,749	41	
MADRAS :					
Godavery Canals. . .	493	1,850,000	587,848	1,193	Average of three years ending. March 1905.
Kistna Canal	307	750,000	410,061	1,336	
Kurnool-Cuddapah Canal . .	190	11,000	3,156	166	

(1) Taken from the Triennial Revenue Reports of the different Provinces.

The Sone, Ganges, Agra, Western Jumna, and Sirhind Canals lie inland and in northern India. They all show a small traffic per mile of canal. The Orissa, Midnapore, Godavery and Kistna Canals, which carry a far larger traffic per mile, lie on the East Coast of India and are in direct contact with tidal streams leading to the sea. In these parts the people are much more accustomed to boats than those in northern India, and this fact goes far to explain the larger traffic which they carry. The tracts which are served by these canals were, at the time the canals were originally made, remote from railways, except in one instance. This fact should have tended to increase the usefulness of those canals which were made navigable ; and it did so in some cases. But nevertheless, in five at least out of nine cases, the traffic on them did not come up to the anticipations of the engineers who designed the works.

With reference to the argument (IV) that irrigation canals injure the navigability of rivers, it may be admitted that this is generally so to a limited extent : but it is very rarely that the damage is material. The large draught made by the Punjab canals on the five main rivers of that Province do reduce the low water level of the tributary streams and of the Indus itself, but this only affects the rivers in the dry season, and during the greater part of the year no harm is done. The weirs which are constructed across rivers, to force the supply into the canals, are, in India, very rarely provided with locks, and they completely bar the passage of boats on the rivers. But although these objections to drawing water from the rivers have their weight, it is very seldom that making the canals navigable has any effect in compensating for the injury thus caused to the navigation on the rivers. The canals in many cases do not follow the same course. There are undoubtedly cases where this argument is a weighty one, for instance, in the case of the Kistna Canals in Madras, the irrigation canals carry off all or nearly all the supply of water in the river at certain times, and cut off the upper reaches of the river from the sea. The navigable canals radiate from the head works at Bezvada towards the sea, and they traverse a flat and fully cultivated delta, which is badly provided with roads, and the people are accustomed to the use of boats. The Godavery delta is treated in the same way and for the same reasons. The Godavery and the Kistna systems of canals are connected by a navigable channel, and

they are also joined with the Buckingham Canal, so there is an extensive system of connected canals which are navigable for a length of more than a thousand miles. It is under these circumstances that navigation is advantageous. And this system of navigable canals, although it is not directly a source of great financial profit, is much appreciated by the people. In the northern part of India, on the other hand, that is, in the United Provinces and in the Punjab, the people make little or no use of the canals for transport. For the farmers must keep cattle for agricultural purposes, and when their animals are not required for ploughing, they can be utilized for the carriage of goods. Moreover the people are not accustomed to the use of boats and will not go to the expense of providing them for their produce. So, in Upper India, the money spent in making the canals navigable has been largely wasted.

The withdrawal of water from the river by the irrigation canals of the Delta of Egypt has seriously affected the navigability of the two branches into which the Nile divides at the apex of the Delta some fifteen miles below Cairo. At the point of bifurcation a river regulator, known as the Barrage, has been built. It consists of regulating works barring each branch at its head. The Delta Canals take off from the pool above the Barrage. This work has been made so efficient and the demand for water is so great that the whole river discharge from March to July is forced into the canals by closing the vents of the Barrage so thoroughly that scarcely a drop of water finds its way past it into the two branches, known as the Rosetta and Damietta Branches. From March to July, therefore, the river branches below the Barrage cease to be navigable water-ways. In Egypt irrigation is the first consideration. But navigation in Egypt is, nevertheless, too important an interest to sacrifice even to irrigation.

Therefore, as a substitute for the river route, the irrigation canals, connecting the river above the Barrage with the lower reaches of the river branches near the sea where there is permanent deep water, were made navigable, and through routes were, thereby, re-established between Cairo and the sea at Alexandria, Rosetta and Damietta : and also at Port Said and Suez by way of the Ismailia and Maritime Canals. The lengths of these through routes have already been given.

As regards the fifth point (V) that it is desirable to make all irrigation canals navigable which connect navigable rivers, it may be said that this is nearly always the case. Such lines of navigation will, it is believed, generally be useful. The view is supported by experience (1) in Germany where most of the canals — which, however, are purely for navigation and not for irrigation — have been constructed to connect two navigable rivers. Thus the Rhine-Marne and the Rhine-Rhone Canals, connect the Rhine, near Strasbourg, with two main French river basins: the Ludwig Canal connects the Main and the Danube: the Finow Canal connects the Oder and the Havel, and other instances could be quoted. In France also there are several similar instances, such as the St. Quentin Canal, which connects the Upper Schelt with the Oise, and the Bourgogne Canal which connects the Yonne with the Saone.

It is probably not advisable to adapt irrigation canals to navigation unless the conditions are specially favourable both as regards the rate of flow, depths of water and number of locks necessary, and also as regards the relative position of markets, producing areas and canal. The following may be accepted as rules based on general principles:—

I. The navigable reaches of the canal should be those which irrigation requirements determine shall have a cross section as large or larger than the boat traffic requires.

II. The navigable length should connect important markets by a fairly direct route, or should form a junction between navigable rivers in communication with important markets.

III. The country traversed by the canal should be flat and well cultivated.

There exists in Egypt a canal which has been adapted to navigation with unsatisfactory results, as the conditions were not favourable. The Suez Sweetwater Canal draws its water from the Ismailia Canal for the supply of Suez and runs through the desert. The discharge required for the town of Suez is insignificant and could be carried in a channel of quite small

(1) «Paper» by Mr. VERNON-HARCOURT in the *Journal of the Society of Arts*. Jan. 20 th., 1899, pp. 158 and 160.

dimensions. But it was thought fit to make a canal of dimensions adapted to navigation, and to furnish it with locks. The Ismailia Canal, from which it takes off, connects at Ismailia with the Maritime Canal, providing a through-route from Cairo to the Ship Canal. Little traffic could, therefore, be expected between Ismailia and Suez by way of the Sweetwater Canal. The boat traffic, in fact, has not been important enough to secure proper attention being paid to the canal, and so, being of excessive section for its discharge, it gradually silted up and became choked with weeds to such an extent that it was at length found that the canal was not passing even enough to supply the very limited needs of Suez.

The irrigation engineers of India have, for the last fifty years, disputed about the advantages and disadvantages of making one canal serve the two purposes of irrigation and navigation, and they are not yet fully agreed as to whether the combination is to be recommended or condemned. The reason why no general conclusion has been arrived at is, in all probability, due to the fact that the combination is desirable under certain conditions and undesirable under different conditions. The discreet attitude is to keep an open mind on the subject and to judge each case on its own merits when it is presented for consideration and decision. A canal designed on correct lines for the purpose of irrigating does not favour navigation : and vice versa. A canal to serve both purposes must compromise where there is conflict, as what is best for the one is not so for the other. A canal designed to give effect to the necessary compromises will have defects whether viewed from the standpoint of irrigation or from that of navigation. But the sum total of the benefits conferred by such a canal may exceed the benefits derived from a canal designed for irrigation only by an amount that will more than counterbalance the disadvantages and justify the combination. On the other hand it may not do so. The merits of each case must decide the point.

June 7th, 1907.

R. B. BUCKLEY.
HANBURY BROWN.

ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE

DES

CONGRÈS DE NAVIGATION

XI^{me} Congrès -- Saint-Pétersbourg -- 1908

I. Section : Navigation intérieure

4. Question

DES CANAUX MIXTES

pouvant servir à la fois à la Navigation et à l'Agriculture

RAPPORT

PAR

R. B. BUCKLEY

ET

Hanbury BROWN

NAVIGARE



NECESSE

BRUXELLES

IMPRIMERIE DES TRAVAUX PUBLICS (SOCIÉTÉ ANONYME)

169, Rue de Flandre, 169

LES AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

DES

Canaux servant à la fois à l'Irrigation et à la Navigation

L'Egypte et l'Inde sont les deux pays qui, pour les besoins de l'agriculture, comptent le plus largement sur les bienfaits de l'irrigation. Ce sont ces deux pays également qui, dans une bien plus large mesure que d'autres contrées, ont rendu navigables leurs principales lignes de canaux d'irrigation. La France et l'Espagne possèdent une superficie très considérable soumise à l'irrigation, mais très peu de canaux qui dans ces pays assurent l'irrigation sont navigables : le canal impérial d'Arragon (1) en Espagne, commencé en 1528, est un des rares qui le soient. En Italie, il se présente divers cas de canaux d'irrigation (2) qui ont été rendus navigables, et l'on considère que les ingénieurs italiens revendiquent à juste titre l'honneur (3) d'avoir inventé les écluses à sas, dans les premières années du xv^e siècle. Les canaux Naviglio Grande, Bereguardo, Naviglio Martesana, et le canal de Pavie, près de Milan, constituent en Italie des exemples de canaux d'irrigation qui sont navigables. Le dernier fut construit comme canal d'irrigation en 1359, mais fut rendu navigable (4), ensuite d'un décret de Napoléon I^{er} en date du 20 juin 1805. Le canal Cavour, qui est le plus récent, et le plus important, parmi les grands canaux d'irrigation italiens, n'est pas navigable. Dans les Etats de l'Ouest d'Amérique et au Canada, les canaux qui amènent les eaux d'irrigation aux terrains irrigués dont la superficie totale va toujours croissant, présentent des dimensions réduites et ne sont pas navigables. Il existe bien dans toutes ces contrées des canaux navigables,

(1) *Rivers and Canals*, par VERNON-HARCOURT, pp. 25, 227.

(2) *Irrigation in Southern Europe*, par SCOTT MONCRIEFF.

(3) *Italian Irrigation*, par BAIRD SMITH, p. 259.

(4) *Italian Irrigation*, par BAIRD SMITH, p. 235.

mais ils servent uniquement à la navigation et ne sont pas utilisés pour l'irrigation.

Dans l'Inde, d'autre part, environ un quart des canaux d'irrigation sont construits expressément pour servir à la fois à l'irrigation et à la navigation. Il existe, dans l'Inde, environ 19,000 kilomètres de canaux d'irrigation, dont 4,500 kilomètres sont navigables. En outre, il existe à peu près 48,000 kilomètres de rigoles de distribution. La presque totalité de ces canaux ont été construits par le Gouvernement britannique pendant la seconde moitié du siècle dernier, et le fait d'avoir rendu navigable une si grande proportion de ces canaux est dû en partie à l'influence de Sir Arthur Cotton R. E., le célèbre ingénieur qui fit tant pour l'irrigation dans l'Inde. Il était de cette opinion qu'il y avait économie à rendre navigables tous les canaux d'irrigation, et estimait (1), en 1854, que dans le cas du grand canal du Gange les bénéfices seraient doublés par le fait de le rendre navigable. L'avenir a prouvé que cette opinion était complètement erronée. Le canal donne, en ce qui concerne l'irrigation, de jolis bénéfices, mais le revenu de la navigation est insignifiant, et le trafic réduit.

Le Delta d'Egypte présente des cas de canaux d'irrigation qui ont été rendus navigables. En Egypte, il n'existe pas de canaux de navigation proprement dits, c'est-à-dire des canaux qui servent exclusivement aux besoins de la navigation. L'irrigation est une nécessité si vitale et si générale en Egypte, que, si un canal venait à être établi en vue de la navigation, il serait certainement utilisé pour l'irrigation, et il ne faudrait pas bien longtemps pour que les nécessités de l'irrigation obtiennent la priorité sur celles de la navigation. Le cas vient actuellement de se produire. Le canal Mahmoudhiéh, lors de son établissement, avait pour but de créer une voie navigable reliant le port d'Alexandrie à la branche du Nil baignant Rosette, mais à l'heure actuelle il sert au moins autant comme canal d'irrigation que comme canal de navigation.

Les principales lignes de navigation du Delta d'Egypte sont des voies de traverse reliant Le Caire à Alexandrie, Rosette, Damiette et Ismaïlia, où elles ont des débouchés soit vers la Méditerranée, soit vers le canal de Suez. Ces voies de traverse sont

(1) *Public Works in India*, par le Lt Col. A. Cotton, 1854.

constituées partiellement de sections de fleuve et partiellement de canaux. Il existe, en outre, quelques branchements navigables communiquant avec les voies de traverse, ainsi que des lignes secondaires distinctes de navigation dans le Nord du Delta, qui aboutissent aux voies ferrées de l'Etat en communication avec Alexandrie.

Les voies de traverse ont les longueurs ci-dessous :

Du Caire au Port d'Alexandrie . . .	Fleuve : 68 kilomètres
	Canal : 200 —
	<hr/> Total : 268 kilomètres <hr/>
Du Caire à la mer en aval de Rosette .	Fleuve : 120 kilomètres
	Canal : 120 —
	<hr/> Total : 240 kilomètres <hr/>
Du Caire à la mer en aval de Damiette	Fleuve : 120 kilomètres
	Canal : 112 —
	<hr/> Total : 232 kilomètres <hr/>
Du Caire au canal de Suez à Ismaïlia .	Canal : 144 kilomètres

Il existe dans la Basse-Egypte, au total, 1,184 kilomètres de canaux d'irrigation qui sont navigables.

Si l'on considère la question des avantages et inconvénients qu'il y a d'établir des canaux servant en même temps à l'irrigation et à la navigation, il sera bon de déterminer, tout d'abord, les considérations qui s'opposent à la fusion des deux desiderata. Ces considérations sont les suivantes :

1° L'irrigation nécessite un courant dans le canal : la navigation, dans presque tous les cas, préfère l'eau tranquille.

2° Les intérêts de l'irrigation nécessitent, en beaucoup de cas, l'application de la méthode d'irrigation par tours successifs, ou en cycle, lequel système engendre des circonstances défavorables à la navigation.

3° La réglementation du canal au point de vue de la distribution de l'eau est plus difficile et plus compliquée quand les deux desiderata doivent être satisfaits au lieu d'un seul.

4° L'irrigation, dans certains cas, nécessite des fermetures temporaires des canaux, et ce au préjudice de la navigation.

5° L'irrigation nécessite souvent des variations du niveau de l'eau dans les canaux ; la navigation s'accommode mieux d'une hauteur d'eau constante.

6° Quand on ne dispose que d'un volume d'eau limité, il est souvent économique, au point de vue de l'irrigation, de fermer certains tronçons d'un canal d'irrigation, lequel procédé est en opposition directe avec les intérêts de la navigation.

7° La perte par évaporation et imbibition est considérablement supérieure dans le système à deux fins que dans un canal servant uniquement à l'irrigation.

En ce qui concerne le premier point, il est manifeste que, dans les circonstances ordinaires, l'eau au repos dans un canal constitue la condition la plus avantageuse pour la navigation, parce que les bateaux peuvent se mouvoir dans l'une ou l'autre direction sans rencontrer la résistance d'un courant. Evidemment, si le transport des marchandises se fait principalement dans une même direction, et que cette direction est précisément celle du courant, un canal à eau courante est avantageux pour la navigation, puisque les bateaux à charge vont avec le courant, et que seuls les bateaux à vide le remontent. Mais ceci est une conjoncture que se présente rarement. En quelques cas, pour des canaux de l'Inde, le courant est si fort qu'il crée de graves difficultés à la navigation, et ceci a été considéré comme un obstacle sérieux à leur efficacité et à leur bon rendement. Ces canaux sont fréquemment construits pour écouler le plus grand débit possible en vue de réduire les dépôts de vase, et à certains moments leur courant atteint une vitesse d'environ trois pieds par seconde. Contre pareil courant les bateaux indigènes et même les vapeurs ne parviennent qu'à grand'peine à poursuivre leur route. Les biefs supérieurs d'un canal d'irrigation doivent, coûte que coûte, contenir de grands volumes d'eau pour les besoins d'aval, et c'est pourquoi il est désirable, pour des raisons d'économie, de prévoir une grande vitesse et par conséquent une réduction dans les dimensions de la section du canal. C'est aussi pourquoi dans le cas où l'irrigation est le seul objet du canal, la vitesse devrait, autant que la pente de la contrée le permet, être aussi grande que possible, avec cette condition, bien entendu, qu'elle ne soit pas assez forte pour endom-

mager par corrosion les berges et le plafond du canal. La vitesse varierait conséquemment avec la nature du terrain traversé par le canal. Plus la vitesse serait grande, plus la section transversale nécessaire à l'écoulement d'un débit déterminé serait réduite, et plus la tendance à la formation de dépôts par la vase tenue en suspension dans l'eau en mouvement serait faible. Mais une vitesse, dont le chiffre serait déterminé dans semblable ordre d'idées, produirait certainement de graves inconvénients pour les bateaux naviguant en remonte sur le canal. En Egypte, certains canaux navigables ont, pendant la période des crues spécialement, des vitesses d'où résulteraient de graves obstacles au trafic en remonte, s'il ne se présentait pas cette circonstance que le vent du Nord est un auxiliaire constant des bateliers, lorsqu'ils ont à combattre le courant des canaux, la direction générale de ce courant allant du Sud vers le Nord.

Quand les circonstances naturelles ne viennent pas, comme c'est le cas en Egypte, neutraliser en partie la résistance créée par un courant de grande vitesse, le taux de celle-ci doit être réduit si le canal doit être rendu navigable. Ceci, évidemment, exige une cunette qui, pour écouler le débit nécessité par les besoins de l'irrigation, doit présenter une section transversale plus grande. En conditions ordinaires, la vitesse du courant dans un canal navigable ne devrait pas dépasser de 1 1/2 à 2 pieds par seconde.

En ce qui concerne la seconde considération défavorable à la navigation, la manière dont fonctionne le système d'irrigation par cycle doit recevoir un mot d'explication. Dans les pays où la chute des pluies est si insuffisante que les récoltes dépendent surtout de l'irrigation, la demande d'eau dépasse fréquemment le volume disponible. Dans semblables cas il y a lieu d'imposer aux cultivateurs un système d'irrigation par tours successifs, en vue d'assurer une répartition économique et équitable de l'eau. Le programme du cycle à observer est parfois compliqué, et tout ce qui crée obstacle à son fonctionnement régulier peut engendrer des troubles dans les dispositions prises, à un moment critique, en vue de l'irrigation, et, par là, causer la perte des récoltes. Si le canal d'irrigation est reconnu comme voie navigable, il peut arriver que les bateaux, transportant d'importantes cargaisons, naviguent sur le canal pendant la période où l'on rencontre le plus de difficultés pour la répartition de l'eau d'irrigation. Des conséquences très sérieuses, ou

des demandes de dommages-intérêts élevés, peuvent résulter de retards imprévus dans le transit. Si les bateaux venaient à s'échouer par suite de la profondeur d'eau insuffisante, résultant de l'exécution du programme du cycle, le fonctionnaire dirigeant du canal pourrait se trouver dans une situation fort embarrassante. Il aurait, en effet, à se décider, soit à renverser ses dispositions d'irrigation, en vue de fournir une quantité d'eau suffisante pour permettre aux bateaux de flotter, et à faire face aux résultats fâcheux subis par les récoltes, soit à s'en tenir à son programme de cycle et à envisager les conséquences résultant d'un arrêt dans le trafic par bateaux, arrêt devant se prolonger jusqu'au moment où une profondeur d'eau plus grande pourrait être réalisée sans contrarier les besoins de l'irrigation.

Toutefois, même sur des canaux ou des « cycles » réguliers ne sont pas en vigueur, le système à double fin peut rendre très difficile à certains moments, la répartition de l'eau du canal. Le canal de Beruegardo en Italie, par exemple, est un canal servant à la fois à l'irrigation et à la navigation, et qui fournit un exemple typique des difficultés qu'entraîne l'application du système double. M. P. J. Flynn (1) et le Col. Baird Smith (2) font ressortir tous deux que c'est à grande peine, et seulement grâce aux mesures les plus strictes, que le volume d'eau nécessaire à la navigation est assuré pendant l'été, étant donné les demandes pressantes d'eau d'irrigation. Les cultivateurs font pour leurs champs de si larges emprunts d'eau au canal que la navigation en est contrariée, ou même complètement interrompue, et il est nécessaire en certaines occasions de fermer les vannes d'irrigation en vue de permettre à un bateau le passage d'un bief. La même difficulté se présente pour les canaux de l'Inde, bien que ce ne soit généralement que dans les biefs inférieurs que le besoin d'eau se fasse sentir. Mais ceci ordinairement n'est pas dû tant à l'effet des emprunts faits dans ces biefs mêmes, qu'à l'emprunt d'eau fait aux biefs supérieurs en vue de l'irrigation : de ce dernier motif résulte qu'on ne conduit plus vers l'aval qu'un volume d'eau insuffisant à compenser les pertes d'eau par écluses, ainsi que par évaporation et imbibition.

(1) *Irrigation Canals and other Irrigation Works*, par P. J. FLYNN, p. 244.

(2) *Italian Irrigation*, par BAIRD-SMITH R. E. Vol. I, p. 232.

Un cas de l'espèce est fourni par le canal d'Ellora (1) lequel constitue une voie de traverse créant une communication entre le fleuve Kistna et le fleuve Godavery. En ce qui concerne ce canal, la nécessité d'y maintenir une quantité d'eau suffisante pour le passage de bateaux lourdement chargés, conduit, à certains moments, à y amener une quantité d'eau surabondante pour l'irrigation, et qui est ensuite déchargée par des conduits d'évacuation, tandis, qu'à d'autres moments, un volume d'eau inférieur à celui qui serait réellement nécessaire pour les besoins de l'irrigation est seulement fourni aux rigoles de distribution alimentées par le canal. Il est avéré, au surplus, qu'une extension bien désirable de l'irrigation, au moyen des biefs inférieurs, n'a pas été réalisée, parce que l'on aurait accru la difficulté, déjà existante, de maintenir la continuité de la navigation.

En ce qui concerne (IV) le préjudice causé aux intérêts de la navigation par des chômages momentanés des canaux, les inconvénients se présentent de la façon suivante. Dans divers cas, lorsque de la vase se dépose en permanence dans un canal d'irrigation, celui-ci doit être nettoyé, soit d'une manière continue, soit à intervalles, en vue de maintenir un chenal de capacité suffisante pour transporter le volume d'eau nécessaire. Ce nettoyage peut être effectué, soit à l'aide de dragues, lesquelles n'affectent pas la continuité de l'alimentation, soit en fermant le canal et en enlevant la vase à la main. Quand le dragage constitue le système employé sur un canal d'irrigation qui est en même temps navigable, les dragues doivent fréquemment interrompre leur travail pour laisser passer les bateaux, et de la sorte dragues et bateaux se gênent mutuellement. Si la vase doit être enlevée à la main en fermant le canal et en le mettant à sec, l'époque de semblable chômage, pour un canal d'irrigation, sera fixée de manière à satisfaire aux besoins de l'irrigation, et il peut se faire de la sorte que la navigation soit privée de sa voie de communication à un moment où celle-ci lui est le plus nécessaire. En Egypte, les curages à la main des canaux s'effectuent pendant les mois d'hiver, alors qu'il n'y a pas de demande d'eau d'irrigation, mais à une époque où, dans la contrée, doivent être dirigées vers Alexandrie des quantités de co-

(1) *The Engineering Works of the Godavery Delta*, par C. T. WALCH, pl.146.

ton, dont le transport serait considérablement facilité et baissé de prix, si les canaux navigables ne chômaient pas. Dans l'Inde, les chômages des canaux d'irrigation en vue de l'enlèvement des vases sont actuellement évités dans une large mesure par un système de fortes chasses, lesquelles, si elles empêchent le dépôt de la vase, rendent ces canaux, qui servent également à la navigation, moins favorables à ce dernier point de vue, étant donné que la vitesse engendrée est trop forte pour la bonne marche des bateaux.

Pour ce qui regarde (V) le fait, que la navigation réclame une profondeur d'eau à peu près constante, et l'irrigation un niveau variable, il ne faut pas perdre de vue que la demande d'eau d'irrigation est sujette, dans la plupart des cas, à de continuelles fluctuations. Une chute de pluie importante provoquera souvent une interruption momentanée dans cette demande. Lorsque ce cas se produit, il y a économie, quand le volume d'alimentation est faible, de réduire le débit et par conséquent la profondeur d'eau dans le canal. Ceci peut avoir pour effet de produire un arrêt dans la circulation des bateaux, et si la navigation doit être maintenue, en continuant à fournir le débit qui lui est nécessaire, on devra renoncer à emmagasiner la partie supplémentaire du débit, lequel emmagasinement eut dans le cas contraire été possible.

Il peut être avantageux de fermer une certaine section d'un canal d'irrigation (VI), et ceci résulte du fait que dans certains canaux, aussi bien en Egypte que dans l'Inde, le volume d'alimentation en été est très limité. Or, pendant l'été précisément, les récoltes de coton et de canne à sucre, qui représentent une très grande valeur, nécessitent une irrigation, et celle-ci peut donner les résultats les plus profitables. En semblable saison, le moyen le plus économique d'utiliser le volume d'eau disponible consiste à concentrer autant que possible l'irrigation, car, en procédant de la sorte, on peut parvenir à irriguer une surface notablement plus grande. Si le canal est maintenu ouvert sur toute sa longueur, le volume d'eau disponible est répandu sur une grande surface de contrée, et les pertes d'eau, résultant de diverses causes augmentent, tandis que la surface totale des récoltes irriguées diminue proportionnellement. S'il est nécessaire de maintenir la navigation sur toute la longueur du canal, il devient très difficile de concentrer l'irrigation, et il en résulte une perte d'eau par infiltration ou autres causes.

Peu de personnes apprécient exactement l'importance des pertes d'eau qui se produisent par évaporation et par imbibition. Une des objections à la navigabilité des canaux d'irrigation (VII) est que la perte d'eau de ce chef est considérablement accrue. Sur tous les canaux d'irrigation cette perte est très sensible. On évalue que dans les districts supérieurs de l'Inde (Upper Provinces of India) pour un volume de 100 pieds cubes à la seconde entrant dans la section de tête d'un système complet de canaux, 15 pieds cubes à la seconde sont perdus dans les canaux principaux, 7 pieds cubes dans les rigoles de distribution, et 22 pieds cubes dans les conduits d'alimentation des villages, de sorte que sur 100 pieds cubes pris au fleuve, 66 pieds cubes seulement arrivent aux surfaces cultivées. Là où un canal d'irrigation a pour unique objet de fournir de l'eau pour les récoltes, sa section transversale peut être limitée aux dimensions qu'exige l'écoulement du débit voulu en chaque point. Mais lorsque le même canal doit être rendu navigable, les dimensions de la cuvette, pour les raisons établies plus haut, croissent d'ordinaire très sensiblement, et il en résulte conséquemment une augmentation de la surface d'évaporation et du périmètre mouillé, tant plafond que talus, par lequel l'eau est continuellement absorbée dans le sous-sol. Le taux de semblable absorption varie notablement d'un canal à l'autre. Dans l'Inde septentrionale on évalue d'habitude le volume d'absorption à 8 pieds cubes à la seconde par 1,000,000 pieds carrés de surface mouillée de terrain. Ce chiffre est un maximum. Mais une perte de 2 à 5 pieds cubes n'est pas un chiffre exagéré pour une surface mouillée de 1,000,000 pieds carrés. La perte supplémentaire par évaporation et imbibition résultant du fait de rendre un canal apte à servir à la fois les intérêts de la navigation et de l'irrigation peut, pendant la saison des fortes chaleurs, devenir très notable, et elle entraîne une perte correspondante du revenu d'irrigation.

Cependant, en dépit des nombreuses objections qu'on peut soulever contre la combinaison des deux services d'irrigation et de navigation dans un même canal, les avantages arrivent parfois à peser plus dans la balance que les inconvénients. C'est pourquoi il est recommandable, lorsqu'on soulève la question de savoir si un canal d'irrigation, pris en particulier, doit ou ne doit pas être rendu navigable, de juger chaque cas selon ses propres mérites.

Les canaux d'un système d'irrigation peuvent être rangés en deux catégories, à savoir, les canaux d'alimentation et les canaux de distribution (carrying and distributing canals = canaux porteurs et distributeurs).

Les canaux d'alimentation comprennent les canaux principaux, et quelques-uns des branchements les plus importants : les canaux de distribution comprennent tous les canaux d'irrigation directe, désignés sous le nom, soit de canaux de branchement, soit de rigoles distributrices. Les canaux d'alimentation écoulent un débit constant et ne sont pas utilisés pour l'irrigation directe dans les systèmes de canaux établis suivant de bons principes. Les canaux de distribution transportent un débit variable, avec alternance de périodes de hautes et de basses eaux, et toute l'eau nécessaire à l'irrigation leur est directement empruntée. Ce sont en conséquence les canaux d'alimentation qui peuvent avec le moins d'inconvénients, être rendus navigables, puisqu'il ne s'y présente pas de fluctuations subites et fréquentes comme dans les canaux de distribution. Quand un canal d'irrigation rentrant dans la classe des canaux d'alimentation suit une ligne directe, reliant des sections navigables d'une même rivière ou de rivières différentes en communication avec des centres de trafic importants, semblable canal peut avec avantage être rendu navigable si par là une voie de traverse est créée. Cependant il est rare que le tracé le plus convenable pour un canal destiné à l'irrigation coïncide avec la ligne directe reliant les territoires producteurs aux marchés où les produits doivent être écoulés. Mais dans le cas des canaux du Delta d'Egypte, comme dans celui des canaux du Godavéry et du Kistnah dans l'Inde, les mêmes sérieuses raisons existent en faveur de la navigabilité des voies d'eau. Pendant plusieurs mois de l'année les canaux transportent la totalité ou la presque totalité du débit des fleuves, et coupent ainsi, suivant le cours de ceux-ci, les communications entre les sections d'amont et l'embouchure. Ces mêmes canaux traversent des deltas, plats et très cultivés, où l'on ne rencontre pas de grandes chutes de terrain à racheter, et où le réseau de routes est insuffisant.

A l'époque où le Gouvernement britannique prit activement en main la question de l'irrigation dans l'Inde, presque tous les ingénieurs de cette contrée plaidèrent en faveur du système consistant à adapter aux besoins de la navigation les canaux qui, dans le principe, étaient réclamés en vue de l'irrigation. En

Egypte, il y a 20 ans environ, le perfectionnement des moyens d'irrigation, nécessitant la dérivation de toute l'eau fluviale dans les canaux au sommet du delta, tua la navigabilité dans les deux branches deltaïques du Nil. En conséquence de ce fait, on imposa aux ingénieurs s'occupant de l'irrigation, lesquels avaient amené un pareil résultat, de ménager une nouvelle voie en remplacement du fleuve, en créant des lignes de traverse navigables à l'aide des canaux d'irrigation. Dans ce cas particulier donc, un motif spécial trancha la question de rendre navigables certains canaux du Delta d'Egypte.

Les arguments majeurs invoqués en faveur du système à double fin sont les suivants :

I. Lorsque l'on a décidé de supporter les frais considérables qu'entraîne la construction d'un canal d'irrigation, ce serait suivre une politique malhabile que de refuser de dépenser la somme supplémentaire, comparativement réduite, nécessaire à en permettre l'accès aux bateaux.

II. Le développement de l'irrigation est plus rapide lorsque les canaux principaux sont navigables.

II. Même si le revenu, provenant de l'irrigation, ne représentait pas un intérêt convenable du coût supplémentaire d'établissement, un sacrifice non rémunérateur serait encore justifiable, si le canal venait matériellement en aide à la population pour exporter l'extra-production obtenue grâce à l'irrigation.

IV. Les canaux empruntent le débit des fleuves et portent par là préjudice aux moyens de transport sur ces mêmes fleuves ; il faut donc, par compensation, rendre les canaux navigables.

V. Si les voies naturelles par eau d'un pays sont fréquentées par des bateaux, il est très désirable que tous les canaux d'irrigation, qui relient les différents fleuves, soient rendus navigables dans le but de développer les moyens de communication.

En ce qui concerne (I) la dépense supplémentaire nécessaire en vue de rendre navigable un canal réclamé dans le principe pour l'irrigation, il n'est point aisé d'évaluer la différence de coût entre un canal d'irrigation de capacité donnée, et un canal de même capacité apte à permettre la navigation : cette différence n'est représentée en aucune façon par le coût des écluses qui doivent être construites aux points de chute du canal.

Il existe diverses autres causes qui augmentent la dépense. En premier lieu il peut devoir être nécessaire, si l'on doit réaliser les conditions de navigabilité, de réduire la vitesse de l'eau en dessous du chiffre qui pourrait, dans le cas contraire, être admis. Une vitesse de plus de deux pieds à la seconde entravera sensiblement le trafic par bateau, et une réduction de la vitesse exigera une cunette plus grande et des chutes plus fréquentes dans le canal. De fait, à Madras, une vitesse de 1.50 à 1.75 pied par seconde est considérée comme le maximum admissible dans un canal servant à la navigation. La réduction de la vitesse peut non seulement entraîner une dépense supplémentaire pour la construction du canal, mais encore un accroissement des frais annuels d'entretien, si la vitesse est faible au point de permettre la formation d'importants dépôts de vases. Ensuite, en second lieu, comme il est avantageux souvent d'emmagasiner, en temps d'étiage, l'eau dans des biefs de canaux navigables, il devient nécessaire d'augmenter la hauteur des talus et des ouvrages en maçonnerie vers l'extrémité de chaque bief. Un troisième point encore réside dans ce fait qu'il n'est pas possible de réduire la largeur d'un canal navigable proportionnellement au débit nécessaire pour l'irrigation ; il est en conséquence nécessaire bien souvent de choisir pour le canal, dans ses biefs inférieurs, une largeur de beaucoup supérieure à celle qu'exigeraient les besoins de l'irrigation seule. Une quatrième considération est, comme il faut éviter des écluses en trop grand nombre, eu égard au retard qu'elles causent dans le trafic, que les biefs d'un canal de navigation doivent être allongés autant que possible, d'où il résulte que le volume des terrassements, aussi bien en amont qu'en aval des écluses, est considérablement supérieur à celui qui serait nécessaire pour un chenal destiné à l'irrigation seule. Un cinquième point est que la hauteur de tous les ponts doit être augmentée, ce qui entraîne encore en outre la dépense supplémentaire relative à l'établissement de longues rampes d'accès. Sixièmement, un certain volume d'eau est employé à chaque éclusée, lequel volume est perdu pour l'irrigation si le canal débouche à son extrémité dans un fleuve. C'est là un inconvénient qui peut être très conséquent pendant l'époque des chaleurs, alors qu'il y a pénurie d'eau et que celle-ci a une très grande valeur pour les récoltes.

Dans les devis relatifs aux travaux d'irrigation de l'Inde, le prix des ouvrages ayant trait à la navigation est renseigné, mais

le chiffre ne comprend que les écluses et les autres ouvrages en maçonnerie essentiels à la navigation ; il ne tient aucun compte des divers éléments qui viennent d'être mentionnés et qui produisent également une augmentation de prix. Le coût effectif des ouvrages de navigation sur les canaux d'irrigation du Bengale, et sur le canal de Sirhind, dans le Punjab, s'éleva à environ 1,000 L. st. par mille courant : dans les Provinces-Unies, il ne s'éleva qu'à environ 500 L. st. par mille courant. Mais on peut évaluer sans exagération que, si l'on fait tout entrer en ligne de compte, la différence de coût entre un canal destiné uniquement à l'irrigation, et le même canal approprié en plus à la navigation, atteint dans l'Inde de 1,000 à 2,000 L. st. au mille courant. Le capital porté aux devis en vue de rendre navigables environ 2,800 milles de canaux d'irrigation ne s'élève qu'à 1,180,000 L. st. Mais, pour les raisons qui viennent d'être exposées, la dépense réelle supportée en vue de rendre navigables les canaux d'irrigation de l'Inde atteint probablement au bas mot 2 millions 500,000 L. st. Le revenu net produit par la navigation sur ces canaux, après que l'on eut supporté toutes les dépenses qu'entraînaient la construction des écluses, etc., ne s'éleva (en 1903-1904) qu'à environ 8,700 livres, soit une faible fraction de un pour cent du capital prémentionné. De sorte que, si l'on se place au point de vue purement financier, l'entreprise ayant pour but de rendre navigables les canaux d'irrigation de l'Inde ne fut pas couronnée de succès.

Les canaux de l'Inde qui ont été construits uniquement pour la navigation, et qui ne sont pas employés du tout pour l'irrigation, donnent des résultats beaucoup meilleurs. Ce fait met en lumière une raison majeure pour laquelle les canaux indous, servant à un double usage, ne sont pas financièrement heureux en ce qui concerne la navigation prise à part. Cette raison est la suivante. Les lignes qui ont été construites pour les seuls besoins de la navigation suivent, plus ou moins exactement, le parcours du trafic local ; les canaux destinés primitivement à l'irrigation suivent nécessairement des tracés qui sont les plus favorables à la culture, et qui s'écartent de la direction du trafic. Ils sont, pour cette raison, rarement bien situés pour la navigation. Il a été dit que la plupart des canaux navigables de l'Inde ont leur origine dans une rivière qui n'est pas navigable, s'écartent à dessein de tous les centres principaux de population, et se terminent dans un champ de riz. De même que la plupart

des assertions d'ordre général, celle-ci n'exprime qu'une part de la vérité, mais cette part est grande. Les canaux d'irrigation de l'Inde qui ont été rendus navigables donnent souvent des facilités aux habitants des villages situés à proximité, et, si l'on envisage que les systèmes d'irrigation de l'Inde, produisent, pris collectivement, un intérêt de 7 pour cent du capital d'établissement, on ne peut pas en somme leur faire un grief de ce qu'une des fonctions qu'ils remplissent ne soit pas directement rémunératrice pour l'Etat. C'est là une face de la question qui peut faire désirer souvent de créer des facilités à la navigation sur un canal dont le but essentiel est l'irrigation.

En ce qui concerne (II) l'assertion que l'irrigation se développe plus rapidement lorsque les canaux principaux sont navigables, on peut dire que l'expérience faite dans l'Inde ne confirme guère cette opinion. On considère toutefois que dans les Deltas de Madras, où tous les moyens de communication, à l'époque où les canaux furent construits, n'existaient qu'à l'état très rudimentaire, et où la population était accoutumée à se servir de bateaux, la navigabilité des canaux aida manifestement à encourager l'utilisation de l'eau. Ceci fut particulièrement le cas sur les canaux du Godavery (1). M. T. C. Walch, anciennement ingénieur en chef à Madras, écrit : « Il ne peut y avoir le moindre doute que la création d'un moyen économique de transport, non seulement à l'intérieur et autour du district même, mais encore dans les districts environnants, et ce vers un excellent port maritime, a largement contribué à la rapidité avec laquelle l'irrigation du Godavery s'est développée, en même temps que la prospérité du district. De cette manière, le coût des ouvrages exigés spécialement par la navigation, a été en somme remboursé mainte et mainte fois, tout à fait indépendamment des revenus provenant dans le district de la perception des licences, droits, etc., de navigation. »

Mais ceci ne fut pas invariablement le cas. Le canal Kurnool-Cuddapah, dans le district de Madras, a été rendu navigable sur toute l'étendue de ses tronçons principaux, et n'a pas donné de plus heureux résultats au point de vue de la navigation que de l'irrigation, pour des raisons dépendant principalement de la nature du terrain. D'autre part, les canaux du Godavery et du Kistnah constituent des cas qui mettent clairement en évidence

(1) *The Engineering Works of the Godavery Delta*, par G. T. WALCH, p. 145.

les avantages de la navigabilité. Les ingénieurs de l'Inde, durant ces dernières années, ont été généralement opposés à la réalisation de la navigabilité sur les canaux d'irrigation, et dans l'exemple le plus moderne de l'établissement d'un grand canal, non seulement celui-ci ne fut pas rendu navigable, mais, presque en même temps que l'on construisait le canal, on établit une voie ferrée traversant le cœur de la région irriguée, et ce parallèlement aux principaux chenaux du canal. C'est du canal Chenab dans le Punjab qu'il est ici question. C'est le plus grand canal établi dans l'Inde : son débit est de 10,000 pieds cubes (283 mètres cubes) à la seconde ; il commande une superficie de pays d'environ 130 milles (200 kilomètres) de largeur, et assure l'irrigation de 2 millions à 2 1/2 millions d'acres (80,000 à 100,000 hectares). La population de la contrée était très restreinte avant l'établissement du canal, et il n'existait pas de routes ; actuellement les exportations de blé y ont pris une grande importance. Bien que toutes ces circonstances semblent plaider entièrement en faveur de la navigabilité, les ingénieurs ont décidé que la dépense supplémentaire n'était pas justifiable. Le canal Chenab a produit, pendant l'exercice 1904-1905, 24 1/2 pour cent de son capital d'établissement (1).

Le troisième argument en faveur de la navigabilité des canaux d'irrigation (III) repose sur cette théorie que les habitants d'une contrée ne peuvent pas arriver à faire à bon marché l'exportation de leurs produits sans transport par eau. Il n'est pas douteux que, dans certaines régions irriguées, cette théorie est exacte. En certains cas, il arrive précisément que les canaux soient établis suivant la ligne que les produits doivent suivre, c'est-à-dire, que ces canaux conduisent à la ville la plus proche où se tienne un marché, ou bien à la station de chemin de fer la plus voisine. Mais dans beaucoup de cas il n'en est pas ainsi. Les canaux sont, évidemment, tracés en ayant égard à leur utilité comme chenaux d'irrigation, et dans la plupart des cas, ils ne conduisent pas au centre commercial où les produits peuvent être écoulés le plus avantageusement. Comme les exploitations agricoles ne sont pas toujours en contact immédiat avec les voies navigables, le cultivateur qui désire exporter ses produits par bateau, doit les transporter d'abord, par chariots ou par tout autre moyen, jusqu'au canal navigable : il sera également forcé,

(1) *Review of Irrigation Work in India*, SIMLA, 1^{er} octobre 1906.

très probablement, arrivé au terme de son voyage par eau, de se procurer un chariot pour transporter les marchandises au marché, station de chemin de fer ou entrepôt où il doit les déposer. A moins donc que le parcours depuis la ferme jusqu'au point final de destination ne soit très long, le fermier peut trouver plus avantageux, et en fait il est le plus souvent de cet avis, de transporter le produit directement de la ferme au point de destination par chariot, vu qu'il évite, par ce système, le chargement et le déchargement du bateau : et très souvent, comme le chariot est sa propriété, il lui revient moins cher d'employer le chariot que d'affrêter un bateau.

En Egypte, il y a très peu de chariots à trouver en dehors des grandes villes, bien que, au cours des vingt dernières années, on ait relié entre elles les principales villes et villages du Delta par des routes dites agricoles. C'est par chameau ou par âne que s'effectuent en pratique tous les transports des produits agricoles, depuis les champs où ils sont cultivés jusqu'au chemin de fer ou au canal qui doit les mener à destination. Des voies ferrées légères ont, durant ces dernières années, complété les moyens de transport, et la valeur des canaux comme alimentateurs des chemins de fer de l'Etat, a été diminuée en conséquence. Toutefois il existe encore certains canaux navigables sur lesquels le trafic est très important, et qui contribuent d'une manière essentielle à réduire les frais de transport des marchandises encombrantes. Le coton à l'état brut, tel qu'il est amené des champs, est extrêmement volumineux. En règle générale, avant d'être chargé sur wagon, il est soumis à l'égrenage, qui a pour résultat de séparer le coton de la semence. Le coton, ainsi séparé, est ensuite comprimé en balles sous un effort considérable, et perd une notable partie de son volume. Il se présente de la sorte sous une forme plus favorable à son transport par chemin de fer. C'est lorsque le coton n'a pas encore subi de compression, avant son égrenage, que les bateaux prouvent une supériorité comme moyen de transport sur les wagons d'une part, et les ânes et chameaux d'autre part. A la plupart des points importants de jonction entre les voies navigables et les chemins de fer de l'Etat, se trouve une usine d'égrenage à laquelle les bateaux apportent le coton brut mis en sacs, et de laquelle ce coton est expédié en balles fortement comprimées. Certains canaux navigables relient des territoires productifs, ne possédant ni routes ni chemins de fer, à une usine d'égrenage et une voie ferrée. Quand tel est le cas, l'adaptation d'un canal à la navi-

gation réduira indubitablement les obstacles qui découragent le développement de l'agriculture, et fournira un moyen économique de transport alors que pratiquement aucune autre n'existe.

Les précédents détails concernant le transport intérieur du coton dans le Delta d'Egypte ont été donnés comme fournissant un exemple de considérations locales qui influent sur la question de navigation, et suggèrent cette règle, qu'il est désirable de juger chaque cas d'après ses mérites particuliers lorsqu'il s'agit de décider si un canal d'irrigation doit ou ne doit pas être rendu navigable.

Le tableau ci-après (1) renseigne le trafic de plusieurs des plus importants canaux de l'Inde, lesquels ont pour objet principal l'irrigation, mais sont également navigables :

CANAUX	Longueur des chenaux navigables exprimée en milles	Valeur approxima- tive des cargaisons exprimée en livres sterl.	Tonnage annuel	Tonnage par mille de chenal navigable	
BENGAL :					
Canaux d'Orissa . . .	250	500,000	262,544	1,280	Moyenne d'une période triennale prenant fin en mars 1905.
Canaux du Sône . . .	218	90,000	36,964	169	
Canaux de Midnapour .	72	350,000	248,627	3,453	
PROVINCES UNIES					
Canaux du Gange . .	213	94,000	58,926	143	Exerc. 1904-1905
Canal du Gange infér ^r .	190				
Canal d'Agra . . .	125	400	1,274	10	
PUNJAB					
Canaux du Jumna occ ^{le}	243	128,000	49,132	202	Exerc. 1904-1905
Canal de Sirhind. . .	189	23,000	7,749	41	
MADRAS					
Canaux du Godavery .	493	1,850,000	587,848	1,193	Moyenne d'une période triennale prenant fin en mars 1905.
Canal du Kistnah . .	307	750,000	410,061	1,336	
Canal Kurnool-Cuddapah .	190	11,000	3,156	166	

(1) Extrait des *Triennial Revenue Reports* des diverses provinces.

Les canaux du Sône, du Gange, d'Agra, du Jumna occidental et de Sirhind sont des canaux intérieurs situés dans l'Inde septentrionale. Ils accusent tous un faible trafic par mille courant de canal. Les canaux d'Orissa, de Midnapour, du Godavery et du Kistnah, dont le trafic par mille est beaucoup plus grand, sont situés sur la côte orientale de l'Inde et sont en contact direct avec des fleuves à marée conduisant à la mer. Dans ces dernières régions la population est beaucoup plus accoutumée aux bateaux que celle de l'Inde septentrionale, et ce fait suffit amplement à expliquer le trafic plus grand des canaux. Les territoires desservis par ces canaux étaient, à l'époque d'origine de la construction de ces derniers, dépourvus de chemins de fer, à l'exception d'un seul cas. Cette situation aurait dû avoir pour effet d'augmenter le degré d'utilité des canaux rendus navigables ; et il en fut ainsi dans certains cas. Mais toutefois, dans cinq cas sur neuf tout au moins, le trafic sur ces canaux n'atteignit pas les prévisions des ingénieurs qui avaient dressé le projet des travaux.

En ce qui concerne l'argument (IV), que les canaux d'irrigation portent préjudice à la navigabilité des fleuves, on peut admettre que c'est généralement le cas dans une certaine mesure : mais il est bien rare que le dommage soit matériel. La large saignée faite par les canaux du Punjab aux cinq fleuves principaux de cette province a pour effet de réduire le niveau d'étiage des fleuves tributaires et de l'Indus lui-même, mais ceci n'affecte les fleuves que pendant la saison des sécheresses, et, durant la plus grande partie de l'année, aucun dommage n'en résulte. Les barrages qui sont construits en travers des fleuves, pour forcer le débit à pénétrer dans les canaux, sont, dans l'Inde, très rarement munis d'écluses, et ils interrompent complètement la circulation des bateaux sur les voies fluviales. Mais bien que ces objections aux emprunts d'eau faits aux fleuves aient leur poids, il est très rare que le fait de rendre les canaux navigables ait pour résultat de compenser le dommage ainsi causé à la navigation sur les fleuves. Les canaux, très souvent, ne suivent pas le même parcours. Il y a certainement des cas où cet argument est d'un grand poids ; par exemple, dans le cas des canaux du Kistnah dans le district de Madras, les canaux d'irrigation empruntent à certains moments la totalité ou la presque totalité de l'eau du fleuve, et coupent les communications entre les sections supérieures du fleuve et la mer. Les ca-

naux navigables rayonnent des ouvrages de tête à Bezwada jusqu'à la mer, et ils traversent un delta plat et très cultivé qui est insuffisamment pourvu de routes, et dont la population est accoutumée à se servir de bateaux. Le delta du Godavery est traité de la même manière et pour les mêmes raisons. Les systèmes de canaux de Godavery et du Kistnah sont mis en communication par un chenal navigable, et sont également reliés par le canal Buckingham, de sorte qu'on réalise ainsi un système intensif de canaux continus qui sont navigables sur une longueur de plus d'un millier de milles. C'est dans de semblables circonstances que la navigation est avantageuse. Et ce système de canaux navigables, bien qu'il ne soit pas directement une source de grands bénéfices pécuniaires, est hautement apprécié par la population. Dans la partie septentrionale de l'Inde, d'autre part, c'est-à-dire dans les Provinces-Unies et le Punjab, la population ne fait que peu ou pas usage des canaux pour les transports. Car les fermiers sont obligés de posséder des attelages pour les besoins de l'agriculture, et quand leurs bêtes ne sont pas occupées aux travaux de labour, elles peuvent être employées pour le charriage des marchandises. Au surplus, les indigènes ne sont pas accoutumés à se servir de bateaux et ne feront pas la dépense d'en affréter pour le transport de leurs produits. De sorte que, dans l'Inde supérieure, l'argent dépensé pour rendre les canaux navigables a été gaspillé en grande partie.

Les emprunts d'eau faits au fleuve par les canaux d'irrigation du Delta d'Egypte ont affecté sérieusement la navigabilité des deux branches en lesquelles le Nil se divise au sommet du Delta, à environ quinze milles en aval du Caire. Un régulateur du fleuve, appelé « le Barrage » a été construit au point de bifurcation. Il consiste en ouvrages régulateurs barrant la tête de chaque branche. Les canaux du Delta font leurs emprunts au réservoir en amont du Barrage. Cet ouvrage a été rendu si efficace et la demande d'eau est si grande que la totalité du débit du fleuve depuis mars jusqu'en juillet est forcée de pénétrer dans les canaux, grâce à une fermeture si hermétique des ouvertures du Barrage, qu'à peine quelques gouttes d'eau arrivent à passer dans les deux branches désignées sous le nom de Branches de Damiette et de Rosette. Depuis mars jusque juillet, les branches du fleuve en aval du Barrage cessent donc d'être navigables. En Egypte, l'irrigation constitue la considération primordiale. Mais

la navigation en Egypte présente néanmoins un intérêt trop important pour pouvoir être sacrifiée même à l'irrigation.

Pour cette raison, en remplacement de la voie fluviale, les canaux d'irrigation, reliant le fleuve en amont du Barrage aux sections inférieures des bras dans le voisinage de la mer, où la profondeur d'eau est suffisante en permanence, furent rendus navigables, et, de cette façon, des voies de traverse furent rétablies entre le Caire et la mer à Alexandrie, Rosette et Damiette; et aussi à Port-Saïd et Suez au moyen du canal d'Imaïlia et du canal Maritime. Les longueurs de ces voies de traverse ont déjà été renseignées.

En ce qui concerne le cinquième point (V) disant qu'il est désirable de rendre navigables tous les canaux d'irrigation qui relient des rivières navigables, on peut affirmer que c'est presque toujours le cas. On considère que semblables lignes de navigation seront généralement utiles. Cette opinion est confirmée par l'expérience (1) en Allemagne, où la plupart des canaux, — lesquels, d'ailleurs, servent exclusivement à la navigation, et non à l'irrigation — ont été construits en vue de relier deux fleuves navigables. C'est ainsi que les canaux du Rhin à la Marne et du Rhin au Rhône relient le Rhin, près de Strasbourg, aux deux principaux bassins fluviaux de France : le « Ludwig Canal » relie le Mein et le Danube, le canal de Finow relie l'Oder et le Havel, et on pourrait encore citer d'autres exemples. En France, on rencontre également plusieurs cas analogues, comme le canal de St-Quentin, qui relie l'Escaut supérieur à l'Oise, et le canal de Bourgogne qui relie l'Yonne à la Saône.

Il n'est vraisemblablement pas recommandable d'adapter des canaux d'irrigation à la navigation, à moins que les conditions ne soient spécialement favorables tant au point de vue de la vitesse du courant, des profondeurs d'eau et du nombre d'écluses, qu'au point de vue de l'emplacement respectif des marchés, des terrains producteurs et du canal. On peut admettre les règles suivantes comme basées sur des principes généraux :

I. Les biefs navigables du canal devraient être ceux que les nécessités de l'irrigation obligent à avoir une section transver-

(1) Notice par M. VERNON-HARCOURT dans le *Journal of the Society of Arts*, 20 janvier 1899 pp. 158 et 160.

sale égale ou supérieure à celle nécessitée pour le trafic par bateau.

II. Le parcours navigable devrait réunir des marchés importants par une route suffisamment directe, ou devrait relier des fleuves communiquant avec d'importants marchés.

III. La contrée traversée par le canal devrait être plate et bien cultivée.

Il existe en Egypte un canal qui, adapté à la navigation, n'a donné que des résultats peu satisfaisants, parce que les conditions existantes n'étaient pas favorables. Le « Suez Sweetwater Canal, (Canal d'eau douce de Suez) emprunte son débit au canal d'Ismaïlia en vue de l'alimentation de Suez et traverse le désert. Le volume nécessaire à la ville de Suez est insignifiant et aurait pu être transporté dans un chenal de dimensions très faibles. Mais on jugea opportun de construire un canal dont les dimensions s'adaptaient à la navigation, et de le munir d'écluses. Le canal d'Ismaïlia, dont il dérive, communique à Ismaïlia avec le canal maritime, ménageant une voie de traverse du Caire au « Ship Canal ». Pour cette raison, on ne pouvait s'attendre qu'à un faible trafic entre Ismaïlia et Suez par voie du Sweetwater Canal. Le trafic par bateau, en fait, n'a pas été suffisamment important pour qu'on s'occupât sérieusement du canal, et ainsi, comme il avait une section exagérée pour son débit, il s'est graduellement ensablé et encombré d'herbes à tel point qu'on constata à la longue qu'il n'écoulait même plus un débit capable de suffire aux besoins très limités de Suez.

Les ingénieurs qui s'occupent de l'irrigation dans l'Inde ont, durant ces cinquante dernières années, discuté les avantages et inconvénients de faire servir un canal tout ensemble à l'irrigation et à la navigation, et ils ne sont pas encore complètement d'accord sur la question de savoir s'il faut recommander ou condamner la fusion des deux objets. La raison pour laquelle on n'est pas arrivé à une conclusion générale est due, selon toute probabilité, au fait que la combinaison est désirable dans certaines conditions, et ne l'est pas dans d'autres. Le mieux est de ne pas avoir de parti pris sur la question, et de juger chaque cas suivant ses propres mérites lorsqu'il se présente pour examen et solution. Un canal correctement tracé pour les besoins de l'irrigation n'est pas favorable à la navigation, et vice-versa.

Il faut, pour un canal à double but, transiger si conflit, et ce qui est préférable pour un objet ne l'est pas pour l'autre. Un canal étudié en vue de satisfaire aux compromis présentera des défauts, envisagé tant au point de vue de l'irrigation que de la navigation. Mais le total des bénéfices produits par semblable canal peut dépasser le bénéfice produit par un canal destiné à l'irrigation seule, d'une somme qui compensera largement les inconvénients du système combiné, et justifiera ce dernier. D'autre part, il peut également ne pas en être ainsi. Les mérites de chaque cas doivent décider de la solution.

7 juin, 1907.

R. B. BUCKLEY.
HANBURY BROWN.



UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA



3 0112 114131243